

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**MAPEAMENTO DO TOPO ESTRUTURAL
E HIDROGEOLOGIA DA FORMAÇÃO BOTUCATU NA
ÁREA CENTRAL DO MUNICÍPIO DE ALEGRETE - RS**

JOSÉ CARLOS SILVEIRA DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: PROFESSOR LUIZ FERNANDO SCHEIBE

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: UTILIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO
DE RECURSOS NATURAIS**

FLORIANÓPOLIS - SC

junho/1994

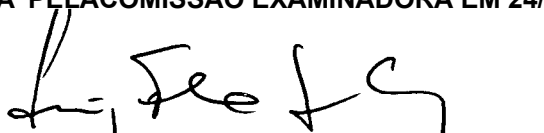
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE MESTRADO EM GEOGRAFIA

MAPEAMENTO DO TOPO ESTRUTURAL
E HIDROGEOLOGIA DA FORMAÇÃO BOTUCATU NA
ÁREA CENTRAL DO MUNICÍPIO DE ALEGRETE - R8

JOSÉ CARLOS SILVEIRA DE OLIVEIRA

Dissertação submetida ao curso de Mestrado em Geografia, Área de
Concentração: Conservação de Recursos Naturais, do Departamento
de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da UFSC,
em cumprimento parcial dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Geografia

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 24/06/1994.



PROFESSOR LUIZ FERNANDO SCHEIBE - ORIENTADOR - UFSC

PROFESSORA DIRCE MARIA ANTUNES SUERTEGARAY - UFRGS

PROFESSOR CESAR AUGUSTO POMPEU - UFSC

PROFESSORA GERUSA MARIA DUARTE - UFSC

FLORIANÓPOLIS - SC

junho/1994

AGRADECIMENTOS

Durante a execução do presente trabalho muitas pessoas estiveram envolvidas, muitas próximas, amigas, e outra até desconhecidas, ao agradecer nominalmente certamente estaria causando algumas injustiças, não citando nomes que embora desconhecidos, atuaram de forma decisiva para que o trabalho tivesse êxito.

Pessoas como as que recuperaram o acervo bibliográfico da SUDESUL, que de forma irresponsável foi desativado por políticos que não dão a mínima importância para a pesquisa científica e, em nome da economia, fazem desatinos inimagináveis.

Pessoas que mal me conhecendo cederam por empréstimo material bibliográfico, num voto de confiança e apoio imprescindível.

Pessoas que me estimularam nos momentos em que tudo parecia difícil e a todos que me cercam, familiares e amigos mais íntimos aos quais deixei de dar a atenção necessária em detrimento do trabalho.

A todos deixo aqui os meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE TABELAS.....	XI

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 Objetivos.....	4
1.2 Relevância do Trabalho.....	5

CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA

2.1 Técnicas Construtivas Utilizadas na Compilação dos Mapas	8
2.2 Limitação do Mapas	14
2.3 Utilização da Água Subterrânea como Recurso Natural.....	15
2.4 Apresentação dos Resultados.....	15

CAPÍTULO 3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

3.1 Geologia.....	16
3.1.1 Estratigrafia.....	19
a) Formação Botucatu.....	19
b) Formação Serra Geral.....	21
c) Depósitos Atuais e Subatuais.....	23

3.1.2 Geotectónica.....	23
a) Evolução Geotectónica da Bacia do Paraná.....	23
b) Geotectónica da Área Mapeada.....	27
3.2.Clima.....	31
3.3 Morfologia e Vegetação.....	34
3.4 Hidrogeologia.....	38
3.4.1 Aquífero Botucatu.....	39
a) Parâmetros Hidráulicos do Aquífero Botucatu...	39
b) Descarga do Aquífero Botucatu.....	40
c) Recarga do Aquífero Botucatu.....	42
3.4.2 Sistema Aquífero Serra Geral.....	42
3.4.3 Água Subterrânea nos Arenitos Intertrápicos.....	44
3.4.4 Água Subterrânea nos Depósitos de Aluviões.....	44
3.5 Hidrogeoquímica.....	45
3.6 Atividade Agro-industrial.....	47

CAPÍTULO 4 - ANÁLISE DOS DADOS E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 Configuração do Topo Estrutural do Aquífero Botucatu.....	62
4.2 Interpretação Hidrogeológica.....	64
4.3 Interpretação Hidrogeoquímica.....	67
4.4 Utilização do Recursos Hídricos.....	71
4.5 Aplicabilidade dos Mapas de Isolinhas.....	80

CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
--	----

BIBLIOGRAFIA.....	87
-------------------	----

ANEXOS

1. QUADRO DE IDENTIFICAÇÃO DOS POÇOS NA ÁREA DE ALEGRETE.

2. QUADRO DOS DADOS GEOLÓGICOS DOS POÇOS NA ÁREA DE ALEGRETE.

3. QUADRO DOS DADOS DA HIDRÁULICA DOS POÇOS NA ÁREA DE ALEGRETE.

4. MAPA ISOPOTENCIOMÉTRICO DO SISTEMA AQUIFERO DAS FORMAÇÕES BOTUCATU E SERRA GERAL, NA ÁREA CENTRAL DO MUNICÍPIO DE ALEGRETE.

5. MAPA DE CONTORNO ESTRUTURAL DO CONTATO ENTRE AS FORMAÇÕES BOTUCATU E SERRA GERAL, NA ÁREA CENTRAL DO MUNICÍPIO DE ALEGRETE.

6. CÓPIA DOS MAPAS GEOLÓGICOS, ESCALA 1:100.000, DAS FOLHAS: RINCÃO DE SÃO MIGUEL, PASSO NOVO, ALEGRETE E ARROIO DO CAVERÁ.

RESUMO

Os mapas de contorno estrutural do topo da Formação Botucatu e isopotenciométrico da água subterrânea do sistema aquífero Botucatu/Serra Geral, na área central do município de Alegrete, RS, foram elaboradas a partir de dados de superfície e de quarenta e sete poços tubulares.

As características da Formação Botucatu confirmam sua condição de melhor aquífero do Sul do Brasil.

A utilização adequada dos mapas, e demais dados apresentados, pode constituir-se em valioso subsídio, para a exploração mais racional, desse importante recurso natural, numa região onde a demanda de água é crescente, para o abastecimento urbano, para a pecuária e especialmente para a cultura do arroz irrigado.

ABSTRACT

The Structural Contour Maps of the top of the Botucatu Formation and the subsurface water isopotenciometric maps from the Botucatu/Serra Geral system, in the central area from Alegrete, Rio Grande do Sul, Brazil were elaborated. Data from the surface and 47 wells were used.

The characteristics from the Botucatu Formation confirm this unity as the best water source from South Brazil.

The adequate utilization from these maps and other data may represent useful tool towards a more rational exploration of this important natural resource, moreover in a region with increase water demand for urban supplies, cattle-breeding, and specially from the irrigated rice culture

LISTA DE FIGURAS

FIG. 2.1 Tipos de traçados de curvas de contorno estrutural.....	10
Fig. 2.2 Limitações da curvas de contorno estrutural....	14
Fig. 3.1 Mapa de localização.....	17
Fig. 3.2 Mapa de localização da Bacia do Paraná.....	18
fig. 3.3 Perfil ideal de um derrame basáltico.....	22
Fig. 3.4 Limites estruturais da Bacia do Paraná.....	24
Fig. 3.5 Mapa paleotectônico do Triássico Médio.....	26
Fig. 3.6 Mapa paleotectônico do Jurássico Médio.....	28
Fig. 3.7 Mapa Tectônico do Sul da Bacia Gonduânica do Paraná.....	29
Fig. 3.8 Mapa Paleotectônico do fim do Cretáceo Inferior.....	30
Fig. 3.9 Mapa de classificação do clima.....	32
Fig. 3.10 Distribuição das precipitações na área central do Município de Alegrete.....	34
Fig. 4.1 Foto do limítrofe entre as Formações Botucatu e Serra Geral no Município de Alegrete, vista parcial.....	54
Fig. 4.2 Foto do limítrofe entre as Formações Botucatu e Serra Geral no município de Alegrete	55
Fig. 4.3 Foto do limítrofe entre as Formações Botucatu e Serra Geral, no Sul da área do trabalho, município de Alegrete - Vista panorâmica.....	57
.Fig. 4.4 Foto do limítrofe entre as Formações Botucatu e Serra Geral no Sul da área do trabalho Município de Alegrete.....	58

Fig. 4.5 Perfil geológico A - A', N 49° E	60
Fig. 4.6 Perfil geológico B - B', N 30° E	60
Fig. 4.7 Mapa da drenagem principal na área do trabalho.....	61
Fig. 4.8 Classificação da águas subterrâneas.....	69
Fig. 4.9 Mapa com os diagramas de Stiff.....	72
Fig. 4.10 Gráfico da evolução do rebanho no município de Alegrete.....	73
Fig. 4.11 Gráfico variação da área cultivada no município de Alegrete.....	75
Fig. 4.12 Gráfico variação da área cultivada e suas respectivas culturas (%).....	75
Fig. 4.13 Gráfico de curvas de dispersão na produtividade das principais culturas.....	76
Fig. 4.14 Foto de urna cultura de arroz irrigado na Município de Alegrete.....	77
Fig. 4.15 Foto de urna cultura de arroz irrigado na Município de Alegrete.....	79

LISTA DE TABELAS

Tab. 2.1 Distribuição dos poços por folha na área do trabalho.....	11
Tab. 3.1 Precipitações na Área central do Município de Alegrete.....	33
Tab. 3.2 Características hidrodinâmicas do Aquífero Botucatu.....	40
Tab. 3.3 Análises químicas da água dos poços na área de Alegrete - Cátions.....	45
Tab. 3.4 Análises químicas da água dos poços na área de Alegrete - Ânions.....	46
Tab. 3.5 Características físico-químicas da água dos poços na região de Alegrete.....	47
Tab. 3.6 Evolução do rebanho no município de Alegrete (1976 a 1989).....	47
Tab. 3.7 Principais produtos agrícolas do município de Alegrete.....	48
Tab. 3.8 Área cultivada em hectares, por cultura no Município de Alegrete.....	49
Tab. 3.9 Distribuição populacional residente por situação do domicílio (1970 a 1991).....	50
Tab. 3.10 Informações sobre a captação e distribuição de água no Município de Alegrete.....	51
Tab. 4.1 Distribuição das litologias em superfície.....	52
Tab. 4.2 índices de densidade de drenagem por litologias.....	62
Tab. 4.3 Distribuição dos poços por intervalo de curvas.....	66

Tab. 4.4 Cálculo em miliequivalente grama/litro das águas, na Área de Alegrete (meq/l).....	67
Tab. 4.5 Percentuais dos miliequivalentes (% meq/l).....	68
Tab. 4.6 Relação $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ em miliequivalente grama/litro	70
Tab. 4.7 Produtividade das Principais culturas do Município de Alegrete.....	74

1. INTRODUÇÃO

A crescente expansão demográfica implica no aumento da atividade econômica, com ocupação de novas áreas territoriais e maior diversificação industrial. Estas atividades humanas produzem efluentes que retornam aos mananciais hídricos de superfície, geralmente como agentes poluidores, provocando a diminuição dos padrões de qualidade das águas superficiais.

Atualmente, por razões diversas, não se utilizam técnicas de tratamento de efluentes totalmente eficientes para se evitar a degradação dos mananciais de águas superficiais. O aumento na demanda associado à diminuição da qualidade da água convergem para a busca de fontes complementares de recursos hídricos, além do suprimento superficial, que está parcialmente comprometido qualitativamente e sujeito às variações meteorológicas, pois há períodos de estiagem que reduzem drasticamente a vazão e a qualidade da água. A água subterrânea torna-se então uma alternativa atraente, pois está naturalmente protegida da maioria dos agentes poluidores, apresenta maior regularidade no manancial, além de não ocupar espaço na superfície, como ocorre com os açudes que privam o agricultor de áreas superficiais potencialmente produtoras. Porém, a utilização da água subterrânea está limitada à ocorrência de bons aquíferos e condições favoráveis de exploração.

A exploração de águas subterrâneas através de poços tubulares está também associada a riscos como: poços com vazão abaixo da esperada; poços secos; desmoronamentos; aprisionamento de ferramentas de perfuração; profundidades excessivas; uso inadequado de equipamentos de perfuração e outros. A melhor maneira de minimizar estes riscos é aumentando os conhecimentos hidrogeológicos sobre a região explorada. Porém, poucas áreas possuem informações de sub-superfície suficientes para a elaboração de um estudo hidrogeológico.

O melhor aquífero da região sul do Brasil é a Formação Botucatu, e o maior potencial desta unidade estratigráfica ocorre quando a mesma está confinada, sotoposta às litologias da Formação Serra Geral. Estas condições geológicas são encontradas na quase totalidade da bacia Gonduânica do Paraná.

Na região sudoeste do Rio Grande do Sul, onde se situa a área estudada, a Formação Serra Geral apresenta pequena espessura, facilitando a exploração da água subterrânea nos arenitos da Formação Botucatu. Até o presente a exploração deste potencial aquífero se faz de forma aleatória e individualizada, já que ainda não se dispõe de um estudo do comportamento hidrogeológico a nível regional.

A pesquisa desenvolveu um estudo hidrogeológico nesta região, determinando as variações do potencial e da estimativa de custos na exploração da água subterrânea. A determinação destas variáveis será obtida a partir do mapa de fluxo da água subterrânea, e do mapa do topo estrutural da Formação Botucatu.

O principal objetivo da pesquisa é pois, o de entender o comportamento espacial das unidades geológicas e suas conseqüências hidrogeológicas, fornecendo subsídios para a exploração desse importante aquífero, de forma racional e integrada.

A abordagem metodológica foi desenvolvida em quatro fases básicas. Primeiro, a coleta de informações junto a entidades que atuam ou atuaram com perfuração de poços na região, onde foi avaliada a viabilidade do trabalho. Após, procedeu-se a revisão bibliográfica sobre as informações referentes ao aquífero: Formação Botucatu e a Formação Serra Geral, que constitui o seu capeamento. Na revisão bibliográfica reuniu-se informações, partindo-se do geral para o específico, iniciando-se com a Bacia Geológica do Paraná e culminando com a área pesquisada. Na terceira fase, foi elaborado o mapa de contorno estrutural do topo da Formação Botucatu, e o mapa isopotenciométrico, com as respectivas linhas de fluxo da água subterrânea. A última etapa foi dedicada à interpretação dos resultados, levando-se em consideração as características regionais da utilização dos recursos hídricos e da sua conservação.

Parte substancial do presente trabalho beneficiou-se da contribuição crítica e sugestões do Professor Mário Wrege, do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, durante estudos realizados pelo autor, naquela instituição.

O trabalho está dividido em cinco capítulos, onde: o primeiro têm um cunho introdutório. O segundo consta da metodologia. A revisão da bibliografia com a caracterização da área está no terceiro: neste faz-se a apresentação das informações de campo, sem abordagem interpretativa. A interpretação está reservada para o quarto capítulo, que se utiliza da bibliografia, das informações de campo e das informações adicionais retiradas dos mapas. O quinto é destinado às considerações finais.

1.1 Objetivos

O objetivo principal da pesquisa é contribuir para o melhor aproveitamento dos recursos económicos na exploração da água subterrânea. Os meios escolhidos para atingir este objetivo são: conhecer melhor as características do reservatório natural da água subterrânea e determinar como a água subterrânea se comporta neste reservatório.

Os reservatórios naturais com capacidade de armazenar e de liberar água subterrânea são unidades geológicas ou estratigráficas conhecidas por aquíferos. Para se conhecer um aquífero deve-se saber como este está distribuído no espaço, seus limites físicos. As espessuras dos aquíferos são determinadas por mapas de isópacas, que são curvas de contorno que conectam pontos de igual espessura entre dois horizontes estratigráficos. Quando se dispõe de apenas um horizonte estratigráfico pode-se utilizar as curvas de contorno estrutural, que são linhas constituídas por pontos de igual elevação situados sobre um determinado horizonte estratigráfico, geralmente o topo ou a base de uma determinada camada.

O movimento da água subterrânea está principalmente condicionado aos parâmetros hidráulicos e a posição espacial do aquífero, e secundariamente às características físico-químicas da própria água. Estas variáveis determinam os caminhos preferenciais da água no aquífero, os quais são revelados pelo mapa de fluxo da água subterrânea.

Portanto, para se atingir o objetivo proposto construiu-se um mapa de contorno estrutural do topo da Formação Botucatu e um mapa de fluxo da água subterrânea.

Um objetivo secundário foi o de reunir num único documento, informações de diversos poços perfurados na área.

Os mapas e o documento formam uma base de consulta para técnicos, administradores ou mesmo usuários de água para que os mesmos possam decidir entre recursos hídricos superficiais, subterrâneos e/ou ambos, utilizando de forma mais racional este recurso natural.

1.2 Relevância do Trabalho

Hausman (1965) refere-se às potencialidades da Formação Botucatu, como o melhor aquífero do Rio Grande do Sul. No relatório do mapeamento geológico das áreas alternativas de Alegrete, SUDESUL (1970) o aquífero Botucatu é também referido como o melhor da região, capaz de produzir mais de 100m³/h de vazão. O mesmo relatório recomenda a confecção de mapas de contorno estrutural dos contatos superior e inferior da Formação Botucatu. Presotto et al. (1973) afirmam que a Formação Botucatu é o melhor aquífero da região sudoeste e de todo o estado do Rio Grande do Sul, e recomendam a elaboração de um mapa de isopacas da formação Serra Geral e a confecção de um mapa de contorno estrutural do topo da Formação Botucatu, afirmando ser isto "indispensável para a exploração deste aquífero em grande escala". Samberg (1980), concluiu que o Rio Grande do Sul não possui aquíferos considerados como excelentes, a não ser a Formação Botucatu. Rebouças (1980), estudando o potencial hidrogeológico da Bacia do Paraná, cita como principal aquífero o Arenito Botucatu, que representa 80% do manancial de água subterrânea da Bacia.

De acordo com dados fornecidos pela CORSAN, a metade da água que abastece a cidade de Alegrete provém de recursos subterrâneos: o abastecimento de água da área urbana, utiliza vários poços. Pequenas empresas, ou mesmo

peças físicas, tanto na cidade como na área rural utilizam-se da água subterrânea captada através de poços para atender suas necessidades, sendo que na maioria destes pontos de captação de água não há controle sobre quantidade e a qualidade da água. A importância da água subterrânea cresce, tendo em vista que um dos fundamentos da economia de toda a região é a produção de arroz irrigado, que provoca uma grande demanda de recursos hídricos.

Ampliar o conhecimento sobre o Aquífero Botucatu, na área de Alegrete, é fundamental também para toda a região sudoeste do Rio Grande do Sul, porque no município de Alegrete ocorrem afloramentos da Formação Botucatu, que se constituem em áreas de recarga do aquífero que abastece outros municípios a Oeste e sudoeste da área mapeada.

2. METODOLOGIA

O trabalho teve início a partir da revisão bibliográfica e do levantamento dos dados dos poços existentes, através de uma pesquisa de documentos disponíveis nas empresas que atuaram ou atuam na área com a perfuração de poços. Foram realizadas verificações "in loco"/ para confrontar as informações e esclarecer dúvidas que surgiram durante a execução do trabalho.

De posse dos dados bibliográficos e dos documentos dos poços iniciou-se a elaboração de um modelo geoestrutural do Aquífero Botucatu, sotoposto às rochas efusivas da Formação Serra Geral, bem como, a verificação das tendências do fluxo, da qualidade e disponibilidade da água subterrânea na área.

O modelo geoestrutural foi elaborado a partir das curvas de contorno estrutural do topo da Formação Botucatu. E o comportamento hidrogeológico foi montado em função das curvas isopotenciométricas. Estes dois conjuntos de curvas deram origem a dois mapas: um mapa da superfície superior da Formação Botucatu, sotoposta à Formação Serra Geral, e um mapa de fluxo da água subterrânea em toda a área proposta.

Mapa de contorno estrutural é uma representação gráfica que possibilita a visualização de um horizonte estratigráfico, na forma de uma superfície, onde as curvas de contorno estrutural correspondem às curvas de nível daquele horizonte, sendo definidas como: "linhas de

contorno que passam por pontos de igual elevação, acima ou abaixo de um datum selecionado" (PETROBRÁS, 1986). Geralmente estes mapas são complementados pelos mapas de isópacas, que se constituem de curvas de contorno que ligam pontos de mesma espessura de uma camada qualquer, mostrando a espessura de um determinado estrato, formação, ou grupo de formações (Low, 1958). Como poucos poços atravessam a Formação Botucatu não será possível a confecção de um mapa de isópacas desta litologia na área.

O mapa de fluxo da água subterrânea é obtido através de linhas isopotenciométricas, sendo determinado por componentes normais a estas linhas. Schoeller (1962) alerta sobre a incorreção na utilização do termo "isopiezométrica", como também são conhecidas as curvas isopotenciométricas. O autor argumenta que o termo "piezo" refere-se a pressão, sendo que o fluxo da água subterrânea é resultante da diferença de potencial e não por diferença de pressão. Portanto, a terminologia correta é: curvas isopotenciométricas ou equipotenciométricas, que também podem ser chamadas, de curvas equipotenciais. Esta terminologia será adotada no decorrer do trabalho, e define, de forma ideal, o lugar geométrico dos pontos que apresentam o mesmo potencial ou gradiente hidráulico. Ortogonalmente às curvas isopotenciométricas delineiam-se as linhas de fluxo.

2.1 Técnicas Construtivas Utilizadas da Compilação dos Mapas

Para a obtenção das curvas de contorno estrutural pode-se utilizar métodos computacionais ou traçá-las manualmente, dependendo das informações disponíveis e do realce que se queira dar às estruturas mapeadas (Ribeiro, 1965).

Lahee (1961) descreve três métodos construtivos:

Curvas de contorno obtidas por processo mecânicos, as isolinhas são traçadas através de relações essencialmente matemáticas/ onde o computador é, atualmente, a principal ferramenta da trabalho. Segundo o autor este método é bastante satisfatório, porém apresenta-se deficiente no aspecto interpretativo, (Fig. 2.1.A).

Curvas de contorno paralelas, em que o espaçamento entre as mesmas é controlado mantendo-se uma proporcionalidade entre os pontos, permitindo a liberdade interpretativa, delineando-se uma estrutura com formato mais próximo da realidade (Fig. 2.1.B).

Curvas de contorno de igual-espaçamento: neste método construtivo parte-se do princípio que os mergulhos das camadas são iguais (o que dificilmente ocorre) (Fig. 2.1.C e 2.1.D).

Optou-se pelo processo manual, de curvas paralelas, na compilação do mapa de contorno estrutural. Este procedimento permite maior liberdade interpretativa (Lahee, 1961), utilizando-se do raciocínio indutivo e de todas as informações disponíveis, para se construir o todo através das partes. Apesar das restrições deste processo, o mesmo é valioso e necessário, pois nos estudos geológicos de sub-superfície tem-se apenas acesso a partes, ou amostras pontuais, com inúmeras variáveis as quais, na maioria dos casos, são desconhecidas. Segundo Albritton Jr. (1970) não se deve confundir a imaginação empregada na interpretação dos fenômenos geológicos, com a tendência de invocar coisas irreais.

As informações de sub-superfície foram obtidas através da documentação confiável referente aos poços perfurados na área. De acordo com SUDESUL (1970), até aquele ano

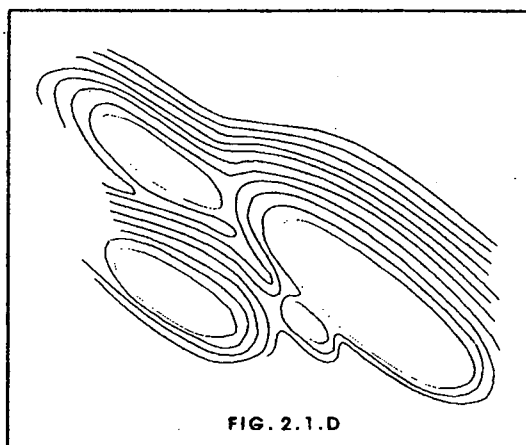
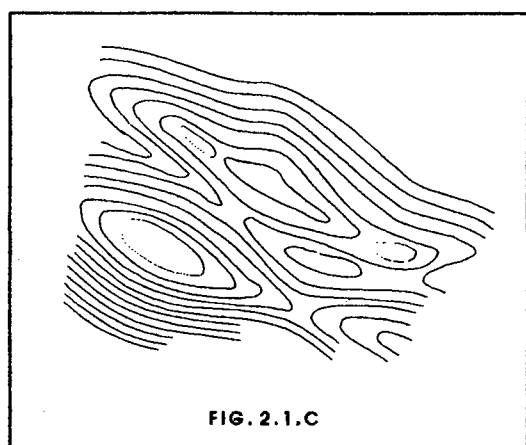
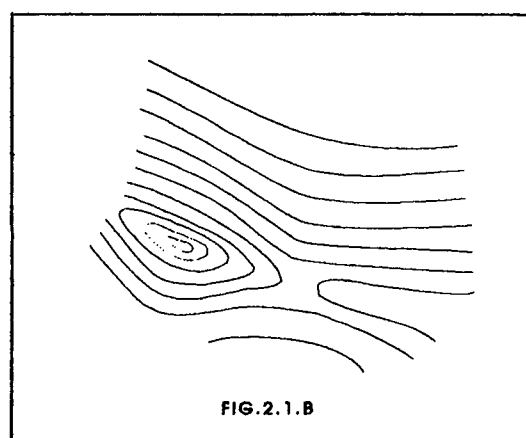
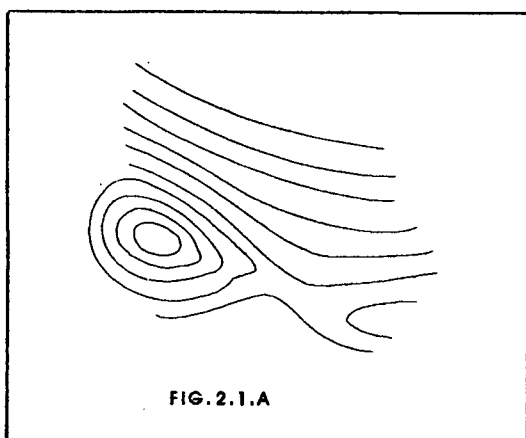


FIG. 2.1 A figura 2.1 mostra os tipos de traçados das curvas de contorno estrutural. Em 'A' o traçado é mecânico; em 'B' o traçado é paralelo; Em "C" e em "D" o traçado utiliza o igual espaçamento. Os dados de campo são os mesmos para os quatro casos. (Fonte: LAHEE, 1961).

mais de duzentos poços haviam sido cadastrados, porém apenas vinte deles possuíam documentação, já que os demais foram construídos de maneira empírica e não possuem nenhum controle. Para a realização do presente trabalho foram pesquisados 47 poços devidamente documentados (Anexo 1) . A tabela 2.1 mostra a distribuição destes poços em relação às folhas geográficas.

Tab. 2.1 - DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS POR FOLHA
NA ÁREA DO TRABALHO

LOCALIDADE	NÚMERO DE POÇOS
ALEGRETE	20
RINCÃO DE SÃO MIGUEL	8
ARROIO DO CAVERÁ	7
PASSO NOVO	4
POÇOS ADJACENTES	8
TOTAL	47

Estas informações foram coletadas em diversas fontes, e como cada instituição dispunha ou dispõe de caracterização própria, para designar seus poços, optou-se por um sistema de identificação mais simples, partindo-se do número 1 (um) e seguindo uma ordem crescente, do Norte para o Sul, conforme o aumento da Latitude do poço, facilitando-se a localização dos mesmos nos mapas. Os códigos originais, bem como outras informações destes poços constam em anexo (Anexo 1).

Dos quarenta e sete poços catalogados, trinta e nove estão contidos dentro dos limites da área mapeada, e oito poços estão em áreas adjacentes, com distâncias inferiores a 10 km dos limites desta área. Os dados dos poços adjacentes foram utilizados como pontos suplementares: na confecção do mapa das curvas de contorno estrutural, e na elaboração do mapa de curvas isopotenciométricas.

As características químicas da água foram estudadas para avaliação de sua qualidade para consumo, e também como informação suplementar para análise do fluxo da água subterrânea.

Das informações hidráulicas destaca-se o nível estático obtido em cada poço. Os níveis estáticos foram plotados em carta possibilitando assim a elaboração das curvas isotenciométricas, e através destas, a determinação do fluxo da água subterrânea.

A coleta dos dados de superfície compreendeu mapas geológicos, mapas topográficos, imagens de radar, fotos aéreas, além dos dados retirados da bibliografia e dos relatórios dos levantamentos hidrogeológicos. Das cartas, na escala 1:50.000 (Serviço Geográfico do Exército, 1977) foram extraídas as informações altimétricas, a rede de drenagem, as coordenadas geográficas e as coordenadas UTM. As informações geológicas foram obtidas do mapa geológico, do Projeto Sudoeste 1, Rio Grande do Sul, escala 1:50.000, (SUDESUL, 1970). A utilização integrada destes mapas forneceu pontos onde se determinou a altitude do contato entre a Formação Botucatu e a Formação Serra Geral. Estes pontos foram gerados pela intersecção das curvas de nível com as linhas de contato litológico.

As informações de superfície são utilizadas como um recurso adicional para aumentar os subsídios na interpretação e proposição do modelo. Estas informações também foram utilizadas na elaboração de perfis geológicos, construídos de forma estratégica visando interceptar um maior número possível de mesas ou testemunhos da Formação Serra Geral. Os perfis forneceram a correlação entre os afloramentos da Formação Serra Geral em contato com a Formação Botucatu, que revelaram um padrão estrutural para a área, além de fornecer pontos com altitude conhecida do contato Botucatu/Serra Geral.

A intenção de se obter um maior número de pontos com altitude conhecida do contato Botucatu/Serra Geral tem como finalidade aumentar as informações sobre este horizonte estratigráfico, que juntamente com os, poços forneceram a configuração geométrica das curvas de contorno estrutural.

Com o objetivo de avaliar os locais com potencial de recarga do aquífero, procedeu-se à medição das áreas cobertas pelos arenitos e aluviões, assim como, a dos basaltos com seus respectivos depósitos de aluviões, pois teoricamente, as áreas cobertas por arenitos e os solos proveniente destas rochas, possuem melhores coeficientes de permeabilidade do que as áreas com cobertura basáltica e seus respectivos mantos de intemperismo. As medições foram efetuadas através do método planimétrico utilizando-se os mapas geológicos da SUDESUL (1970) (Anexo 6).

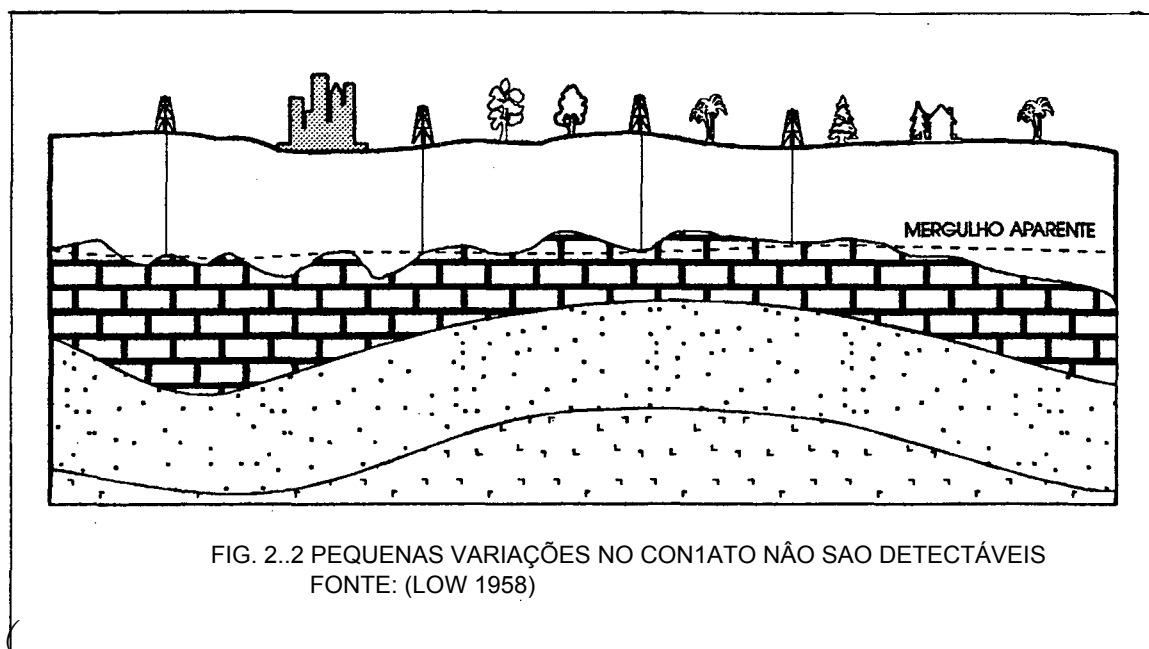
Um outro fator que auxilia na determinação dos coeficientes de infiltração é a densidade de drenagem, este índice revela condições do escoamento superficial. Uma bacia com uma densidade de drenagem alta é caracterizada como bem drenada, pois o deflúvio atinge rapidamente os rios; baixas densidades de drenagem determinam um menor deflúvio e, em consequência, melhores condições de infiltração.

A densidade de drenagem foi calculada em função da área das litologias em superfície; para tanto foram medidas as áreas das litologias, utilizando-se um planímetro, e no mapa geológico escala 1/50.000 do projeto Sudoeste 1 (SUDESUL, 1970). A drenagem foi medida com um curvímetro a partir dos mapas também 1/50.000 do Serviço Geográfico do Exército. De acordo com Garces e Alvares (1988), a densidade de drenagem é a relação entre o comprimento total dos cursos de água (efêmeros, intermitentes e perenes) de uma bacia hidrográfica e a área total da mesma bacia. No presente trabalho, a densidade de drenagem foi calculada em função das áreas das litologias

que ocorrem em superfície, para se obter dados comparativos sobre o comportamento hidráulico das mesmas. Dispondo então do comprimento total dos cursos de água e dividindo-se pelas áreas das respectivas litologias obteve-se a densidade de drenagem por litologia.

2.2 Limitação dos Mapas

Considerando-se que os mapas elaborados utilizam dados pontuais, surgem algumas limitações, fazendo com que estes mapas não correspondam exatamente à realidade. A precisão dos mapas estratigráficos dependerá do número de pontos amostrados e do espaçamento entre os mesmos. Na elaboração de mapas estratigráficos, pequenas estruturas ou irregularidades do contato a ser mapeado, poderão passar despercebidos (Fig. 2.2). Devido aos altos custos que envolvem a prospecção através de furos de sondagens, foram utilizados apenas os poços já existentes. Em decorrência deste fato, faz-se necessária a continua atualização dos mapas, a medida que novos dados sejam acrescentados aos até então compilados.



2.3 Utilização da Água Subterrânea como Recurso Natural

Após o levantamento dos dados físicos procedeu-se ao levantamento das atividades humanas na área, a partir de um levantamento evolutivo das principais culturas agrícolas e da produção industrial. Foram levantadas as condições do saneamento na área urbana, como rede de água e rede de esgoto. A importância da água subterrânea para o abastecimento de água tratada que é distribuída à população. Procurou-se estabelecer, também, a influência que os recursos hídricos exercem na atividade econômica, principalmente na cultura de arroz irrigado, que atualmente tem se tornado uma das principais atividades econômicas do Município.

2.4 Apresentação dos Resultados

Os resultados da pesquisa estão apresentados de forma descritiva: a dissertação propriamente dita, acompanhada dos respectivos mapas. Dados dos poços constam em anexo.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O trabalho abrange uma área situada entre os paralelos 29°30'S a 30°S e entre os meridianos 55°30'W a 56°W, e cobre as folhas de: Rincão de São Miguel, Passo Novo, Arroio Caverá e Alegrete. O total da área estudada abrange em torno de 2.520 km² e representa apenas 32% do território do grande município de Alegrete. A sede municipal, onde ocorre a maior concentração populacional, encontra-se nas proximidades do centro geográfico da área (Fig. 3.1).

3.1 Geologia

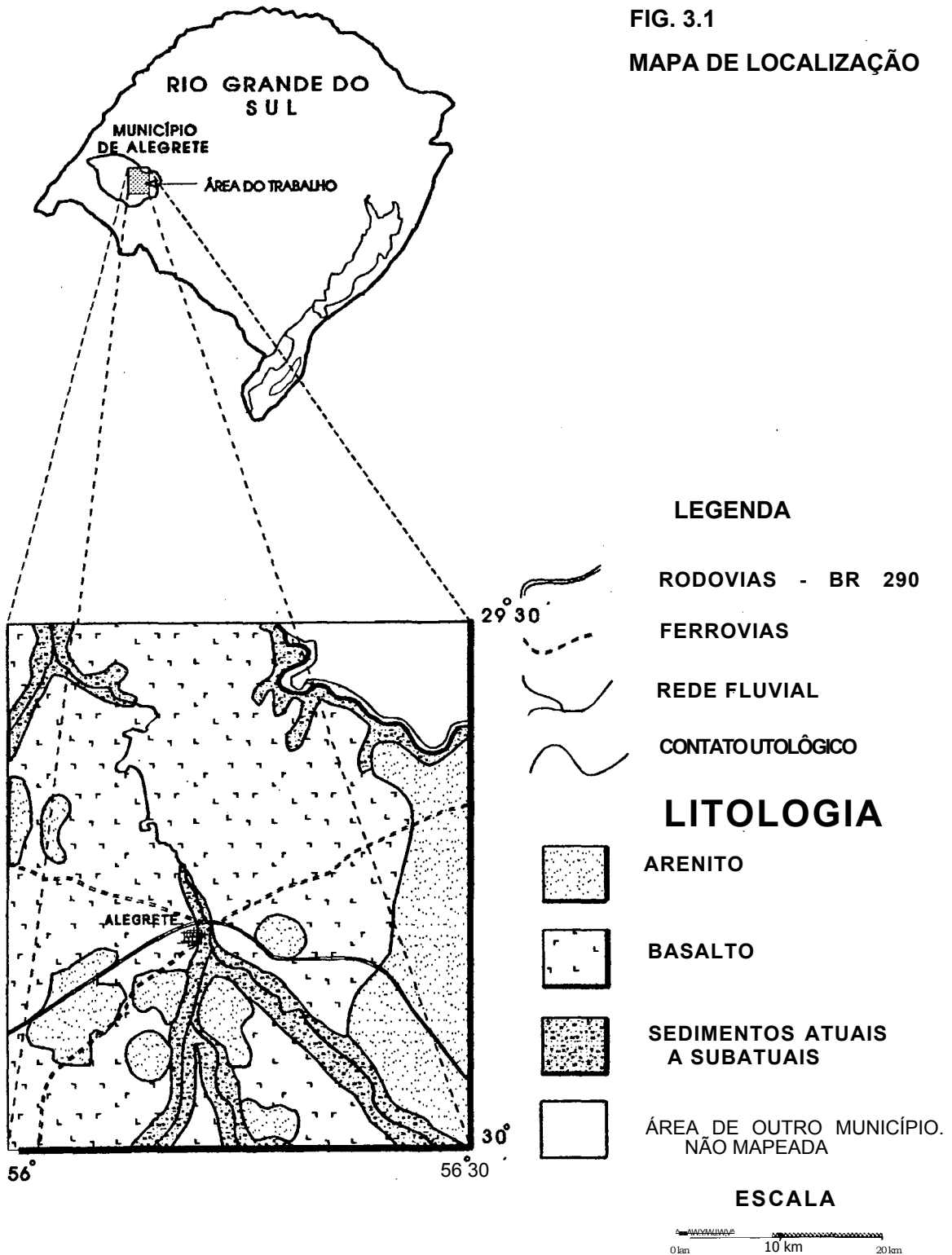
A área apresenta uma cobertura de 65% de rochas efusivas da Formação Serra Geral. Os arenitos da Formação Botucatu afloram em 18% da área, e aproximadamente 15% constituem-se de depósitos atuais e Subatuais, enquanto que os chamados arenitos intertrápicos completam os 2% restantes.

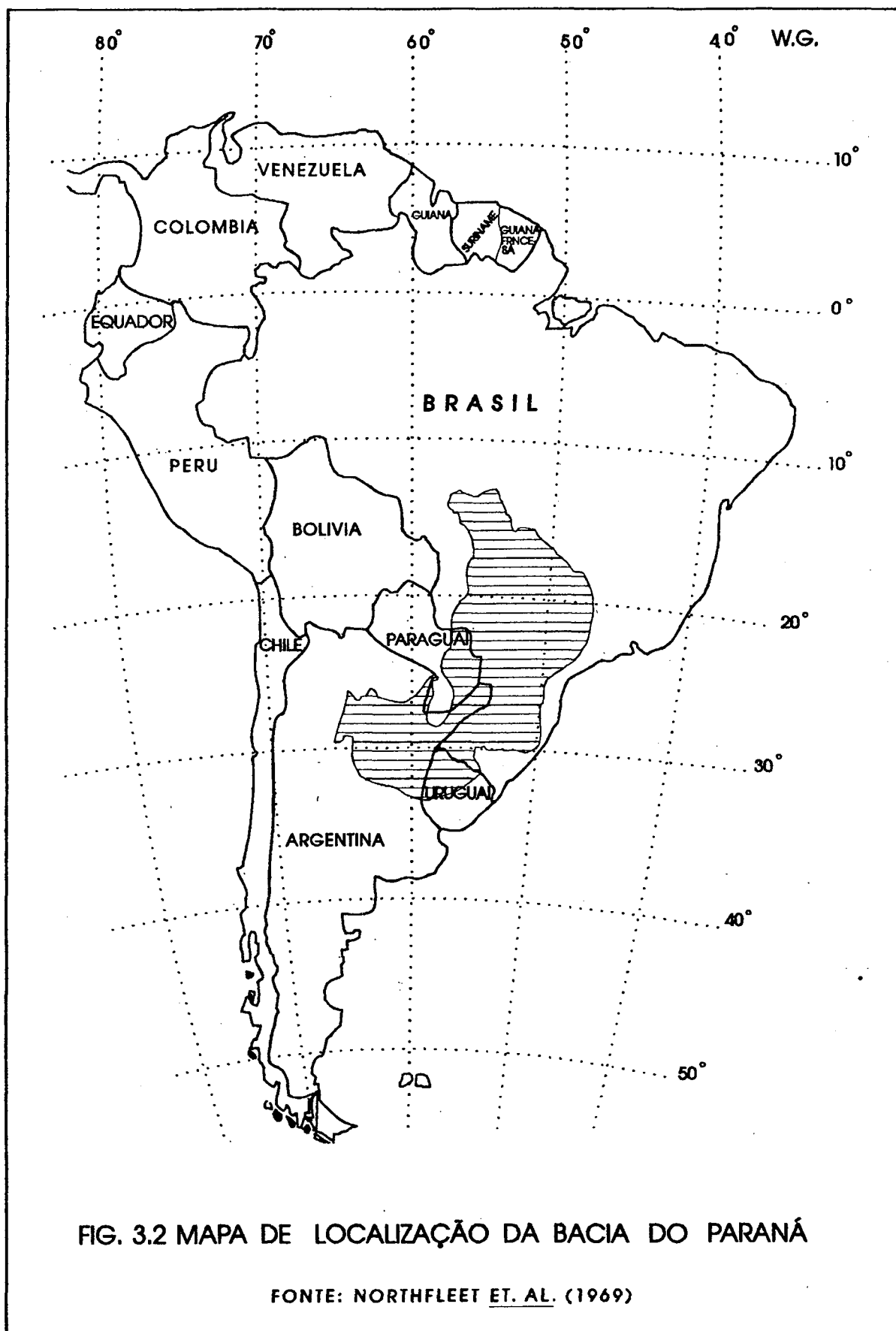
A área estudada está totalmente contida nos limites da Bacia Gonduânica do Paraná, classificada como bacia intracratônica simétrica (Northfleet et al., 1969) (Fig. 3.2).

A Bacia do Paraná encontra-se situada no centro-leste da América do Sul e abrange uma área de aproximadamente 1.600.000 km², com 1.000.000 de km² em território brasileiro, estendendo-se ainda com 400.000 km² na

FIG. 3.1

MAPA DE LOCALIZAÇÃO





Argentina, 100.000 km² no Uruguai e 100.000 km² no Paraguai (Rebouças, 1976).

Verticalmente o pacote sedimentar acrescido com as rochas efusivas da Formação Serra Geral atinge espessuras de 5000 m (Northfleet op. cit.). Segundo Pessoa et al. (1980), estas espessuras podem ser ainda mais significativas, atingindo até 7.800 m.

A Bacia do Paraná caracterizou-se como unidade autônoma a partir do Devoniano, tendo como último evento de caráter regional o extravasamento de grandes volumes de lavas, provavelmente ligadas a atividades diastróficas de natureza tensional em decorrência da separação continental. A área coberta pelas litologias efusivas atinge, no Brasil, aproximadamente 600.000 km², constituindo-se da maior manifestação vulcânica continental da Terra.

3.1.1 Estratigrafia

A descrição das características das unidades estratigráficas será restrita apenas àquelas unidades que exercem influência sobre os recursos hídricos da região estudada e que apresentam interesse em sua exploração.

a) Formação Botucatu

A primeira descrição do Arenito Botucatu é consagrada a Gonzaga de Campos (1898, *apud* Mônico et al. 1974), tendo por localidade-tipo os arredores da cidade de Botucatu, em São Paulo (Mônico op. cit.).

White (1908) propôs o nome de Série São Bento às litologias triássicas e jurássicas da sequência de arenitos e rochas vulcânicas. Em vários locais da Bacia,

ocorrem lentes de arenitos entre as camadas de lavas, os chamados arenitos intertrápicos, evidenciando-se sincronia entre as duas unidades litológicas. A Série São Bento é discordante da Série Passa Dois, por descontinuidade erosiva (Loczi, 1966).

Northfleet (1968) afirma que no sul do Brasil a Formação Botucatu assenta concordantemente sobre a Formação Santa Maria, sendo que, para o norte da Bacia, o contato é discordante às litologias sotopostas. O contato superior é discordante com a Formação Serra Geral, porém ao norte de São Paulo parece ocorrer um verdadeiro interdigitamento entre as Formações Botucatu e Serra Geral. A Formação Botucatu apresenta algumas variações faciológicas e, localmente, contatos indefinidos, tanto na base como no topo. Isto é compreensível em consequência da grande distribuição territorial destas unidades estratigráficas.

O Arenito Botucatu cobre a maior parte da Bacia Gonduânica do Paraná, atingindo aproximadamente 1.300.000 km² e, segundo Loczy (1966) constitui por sua vez, uma das maiores deposições áridas do mundo. A Formação Botucatu tem características tipicamente eólicas, as quais servem para sua identificação, isto é, granulação é fina a média, com grãos de subangulares a arredondados, superfície fosca e sua estratificação é eólica típica (Carraro et al., 1974).

No Rio Grande do Sul, a espessura da Formação Botucatu, em afloramento, pode variar de zero a cento e cinquenta metros, (Carraro op. cit.). Em sub-superfície, a maior espessura detectada na Formação Botucatu foi de 505 m no poço 2-SD-1-MT, da PETROBRÁS, em São Domingos, Mato Grosso (Northfleet et al., 1969).

Com base na sua posição estratigráfica, o Arenito Botucatu foi datado entre o Triássico superior e o Cretáceo inferior (Knijnik e Cordani, 1974).

b) Formação Serra Geral

A primeira referência às rochas efusivas da Bacia do Paraná deve-se a Derby, em 1878, que as denominou de "Paraná Trapp", tendo por localidade tipo a serra da Esperança, na estrada de Guarapuava, Estado do Paraná. A denominação Serra Geral foi empregada por White em 1908 (Mônaco et al., 1974).

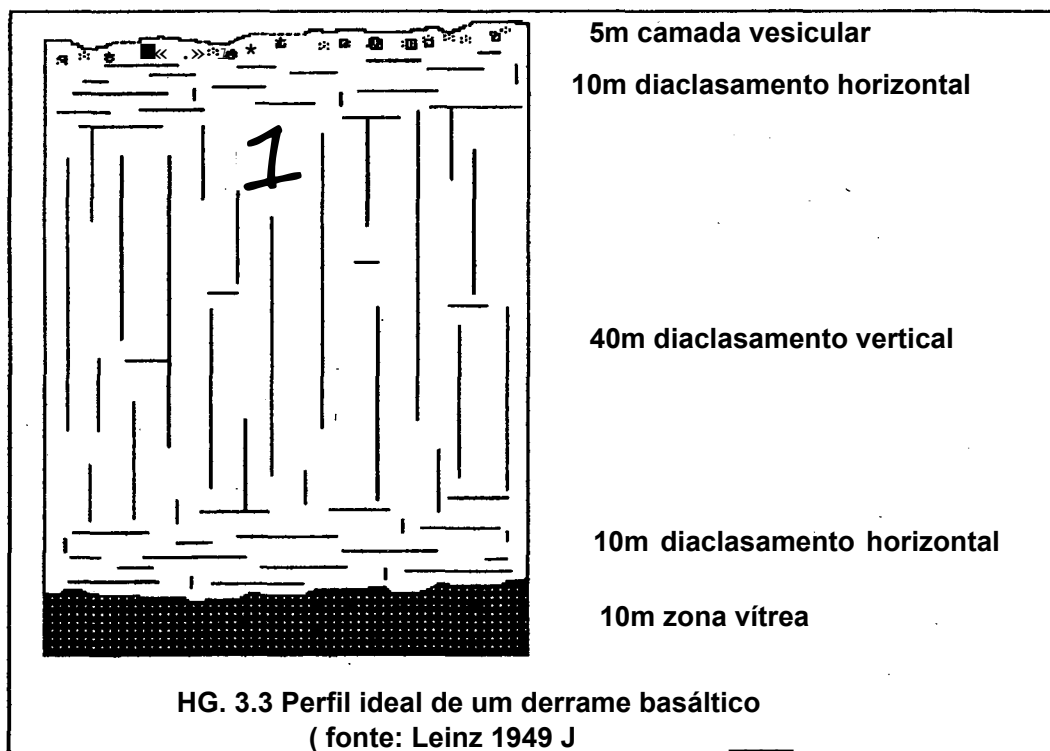
A Formação Serra Geral cobre uma área total de aproximadamente 1.200.000 km², sendo que, no Rio Grande do Sul abrange quase a metade do Estado, cerca de 137.000 km² (Hausman, 1966). A espessura da Formação Serra Geral pode superar os 1.500 m, comprovada no poço 2-PE-1-SP com 1.529 m (Northfleet et al., 1.969). Este espesso pacote de lavas formou-se através de manifestações vulcânicas sucessivas. A maior seqüência de derrames foi observada no poço 1-AP-1-PR da PETROBRÁS, no estado do Paraná, que atravessou 39 derrames (Rebouças, 1976) Através de datações isotópicas, constatou-se que as idades destas litologias oscila entre 120 a 130 milhões de anos (Cordani e Vandouros, 1976).

A Formação Serra Geral é constituída predominantemente de basaltos, classificados como "série toleítica" (Issler, 1970) . Porém, de acordo com Bellieni et al. (1984) ocorreu também lavas ácidas. De acordo com «estes autores a maior concentração de lavas ácidas ocorreu no Rio Grande do Sul, ao longo da Sinclinal de Torres, estendendo-se até o flanco nordeste do Arco do Rio grande. A sudeste do Arco do Rio Grande as rochas da Formação Serra Geral são básicas a intermediárias.

Leinz (1949), baseando-se na horizontalidade das vesículas dos derrames, afirma que estes deram-se sobre planos praticamente horizontais; observa também que os movimentos posteriores não provocaram inclinações consideráveis e descreve ainda um perfil clássico de um derrame de lavas.

De acordo com o autor na secção basal do derrame ocorrem alguns metros de vidro a rocha vulcânica negra, passando gradualmente para uma textura microcristalina com disjunção horizontal. Sobre a parte basal ocorre uma zona onde a disjunção é predominantemente vertical. Logo acima o sentido das disjunções passa novamente à horizontalidade e sobre esta zona, já no topo do derrame, ocorre uma camada vesicular e/ou amigdalóide (Fig. 3.3).

A camada vesicular é normalmente utilizada como horizonte-guia, tanto na determinação do número de derrames como no sentido do mergulho dos mesmos.



É importante salientar a ocorrência de arenitos intertrápicos, que possuem características semelhantes às da Formação Botucatu. Estes arenitos também indicam a intercalação de derrames. Na região de Alegrete os arenitos intertrápicos podem atingir espessuras superiores a 30 m, com distribuição horizontal bastante significativa (SUDESUL, 1970) .

c) Depósitos Atuais e Subatuais

Estes depósitos constituem-se de aluviões areno-argilosos, de tonalidades claras, com boa quantidade de cascalho, principalmente junto ao rio Ibicuí. Estas litologias cobrem aproximadamente 15% da área mapeada, perfazendo 370 km².

3.1.2 Geotectónica

Loczi e Ladeira (1976) definem Geotectónica como: "a ciência da estrutura e deformação da crosta terrestre, ocupando-se dos movimentos e processos deformatórios originados no interior do globo, buscando definir as leis que presidem o seu desenvolvimento".

a) Evolução Geotectónica da Bacia do Paraná

A história geológica da Bacia do Paraná inicia-se no Siluriano, com a deposição de um conglomerado cinza arroxeadado que constitui a Formação Iapó. Tectonicamente a evolução da Bacia do Paraná é tida como bastante calma e, nos sedimentos que a preenchem, apresenta uma grande uniformidade de fácies. Os limites estruturais da Bacia do Paraná são bem definidos (Northfleet et al, 1969) (Fig. 3.4).

De acordo com Moore (1963), a estrutura geológica da Bacia do Paraná é a de uma grande bacia intracratônica simétrica e não se verificam esforços compressionais, responsáveis por dobramentos e falhas reversas. Segundo Northfleet *op. cit.*, a estrutura tectônica da Bacia do Paraná estaria subordinada somente a movimentos verticais de falhamentos.

Embora sendo considerada como uma bacia tectonicamente calma, por estes autores, a Bacia do Paraná sofreu

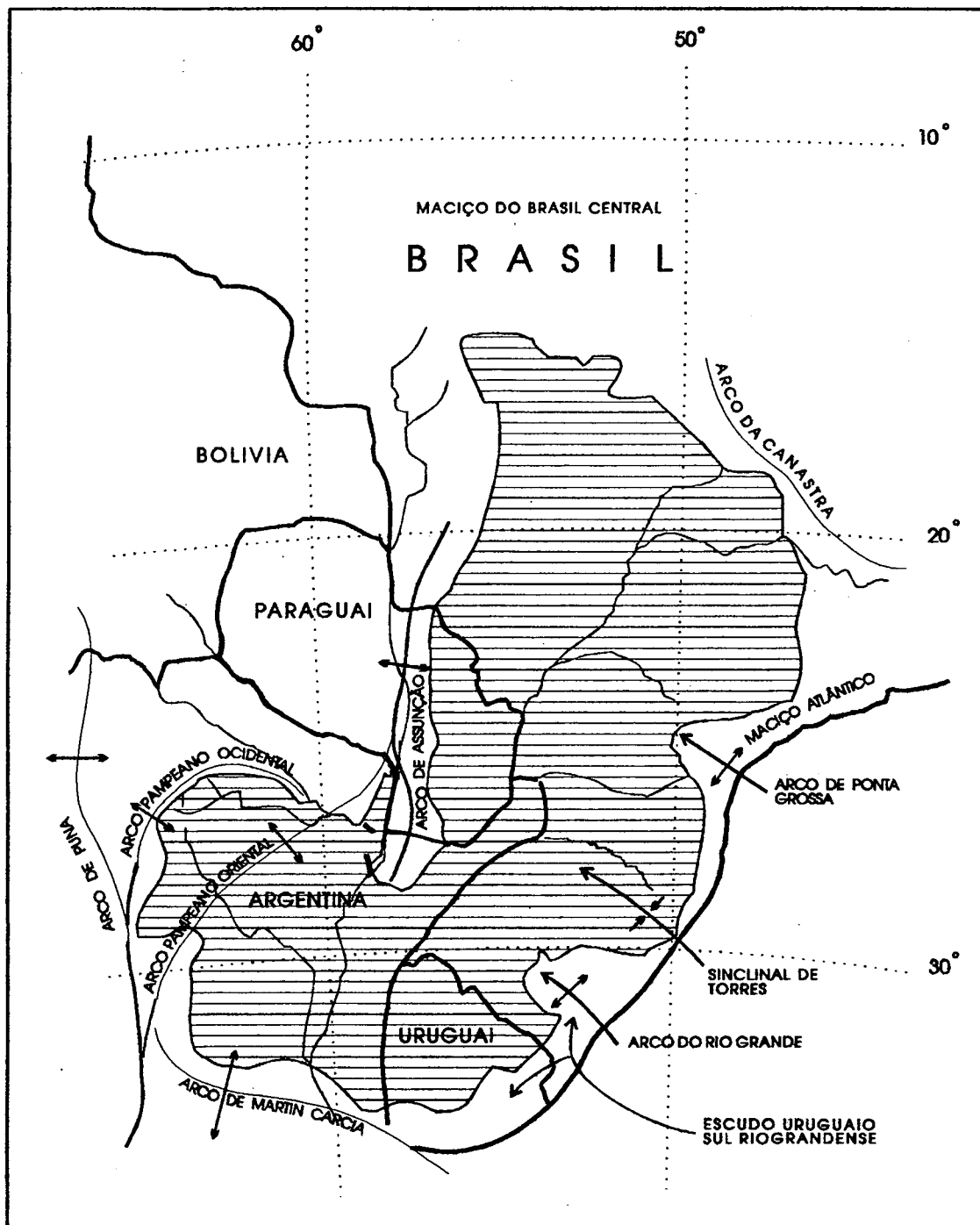


FIG. 3.4 LIMITES ESTRUTURAIS DA BACIA DO PARANÁ

FONTE: NORTHFLEET ET. AL. (1969)

movimentos epirogenéticos que provocaram basculamentos diversos. Na opinião de Fúlfaro (1982), a Bacia do Paraná foi bem mais ativa do que até então havia sido preconizado. Já de acordo com Milani et al. (1990), a calha central da Bacia do Paraná é um sitio no qual podem ter ocorrido esforços compressionais a partir do paleozóico. Os autores citam que em dados sísmicos na região de Dourados foram detectadas falhas reversas terciárias. A origem deste tectonismo, estaria ligada a proximidade do cinturão orogênico Andino e aos esforços gerados na margem convergente Oeste do continente Sul-americano.

Loczy (1966), considera que a terceira fase de basculamento da bacia do Paraná foi a principal. Esta ocorreu após a deposição do arenito Botucatu, eólico, na Era Mesozóica, antes, e depois da erupção das efusivas da Formação Serra Geral. Em períodos mais recentes, ocorreram novos basculamentos. O autor afirma que : "Os movimentos epirogenéticos causaram a subsidência da crosta, formando um grande número de falhas normais, algumas de grande rejeito".

As direções preferenciais dos falhamentos que afetaram as Formações Botucatu e Serra Geral são: NNE-SSW e NW-SE. Estes dois eixos tectónicos preferenciais são evidentes e constituem um consenso entre vários autores: Leinz (1949), Hausman (1962), Northfleet et al. (1969), Wrege et al. (1978), Fúlfaro et al. (1982). O sistema NE-SW e NW-SE coincide com o sistema regmático mundial, de idade Arqueana - Proterozóica (Jackson, 1973).

Northfleet et al. (1969), concluem que a história geológica da Bacia do Paraná, no Rio Grande do Sul, mostra que a partir do Triássico até o Cretáceo inferior prevaleceram condições de aridez crescentes. Os remanescentes das águas superficiais formavam um lago, hoje evidenciado pelos sedimentos flúvio-lacustres da Formação Santa Maria (Fig. 3.5). Posteriormente, tais depósitos foram cobertos pelas dunas do deserto de Botucatu.

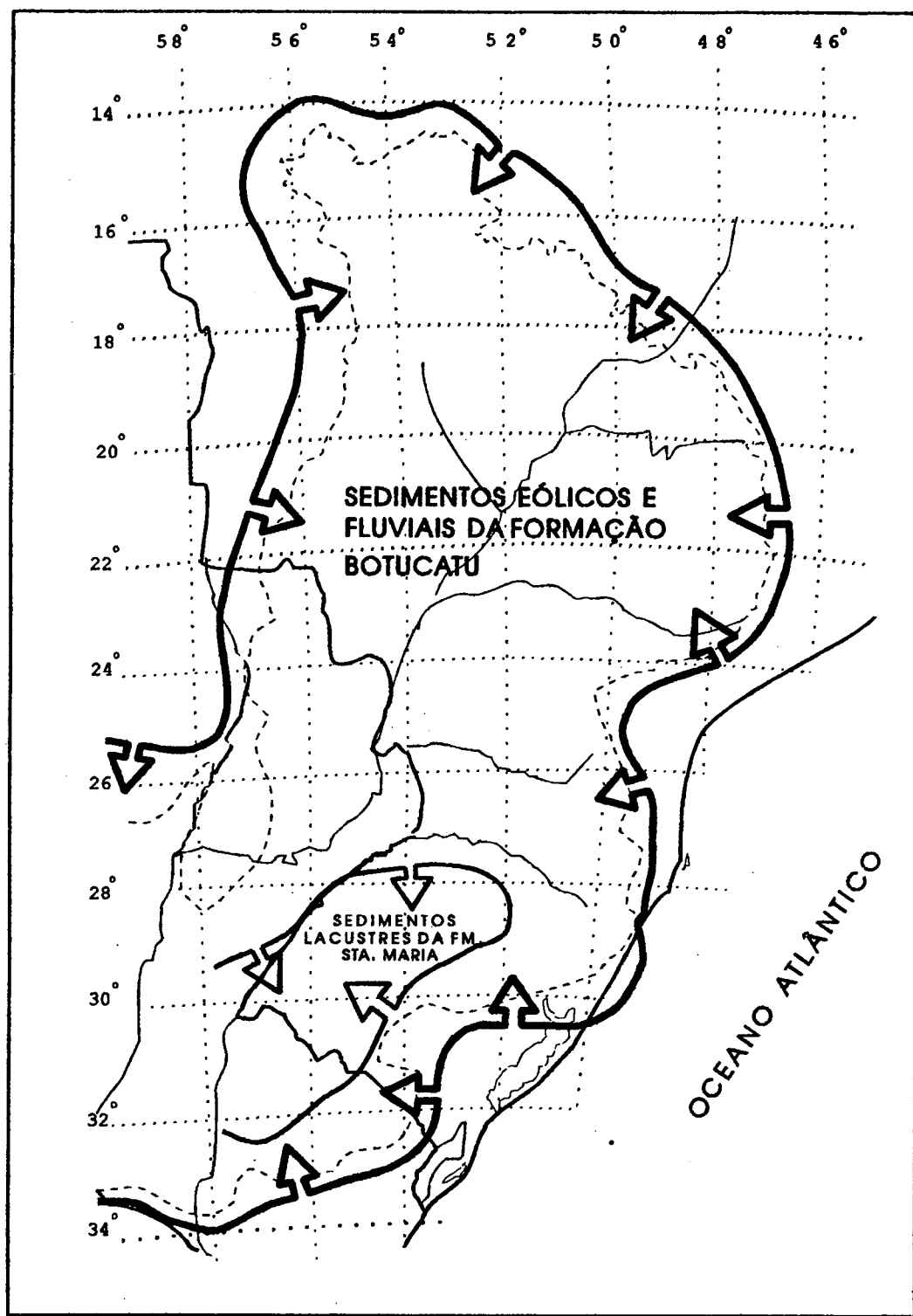


FIG. 3.5 MAPA PALEOTECTÔNICO DO TRIÁSSICO MÉDIO

LEGENDA



FONTE: NORTHFLEET ET. AL. (1969)

Ainda segundo estes autores, no Jurássico Superior ocorreram as primeiras extrusões de lavas básicas, na área da Sinclinal de Torres (Fig. 3.6). De acordo com Loczy (1966), os lençóis de lavas dirigiram-se para Oeste, acompanhando a suave inclinação da superfície aplainada do Botucatu.

Do Cretáceo Superior até o recente observa-se uma tendência para o soerguimento do Maciço Atlântico; como consequência resulta o basculamento da Bacia para Oeste, provavelmente relacionado com o ajustamento isostático decorrente da ruptura da fenda do Atlântico (Northfleet et al, *op. cit.*).

b) Geotectónica da Área Mapeada

A principal feição geotectónica da área mapeada é o Arco do Rio Grande (Fig. 3.7). O arco do Rio Grande manteve-se como alto estrutural em vários períodos evolutivos da Bacia do Paraná. As areias do Deserto de Botucatu cobriram grandes extensões da bacia, inclusive os altos estruturais. O Arco do Rio Grande manteve-se como feição alta durante as atividades vulcânicas proporcionando, assim, pequenas espessuras nas litologias efusivas da Formação Serra Geral (Fig. 3.8).

Esta feição estrutural manteve-se como alto até o recente; em consequência disto a Formação Botucatu encontra-se próxima da superfície, favorecendo a exploração de seus potenciais aquíferos.

Segundo Gres e Szubert (1971), a área mapeada apresentaria uma intensa densidade de lineamentos, consequência de uma grande número de falhas e fraturas. A densidade de fraturas seria tal, que dificilmente uma área superior a 300 ha não estaria cortada por uma dessas feições.

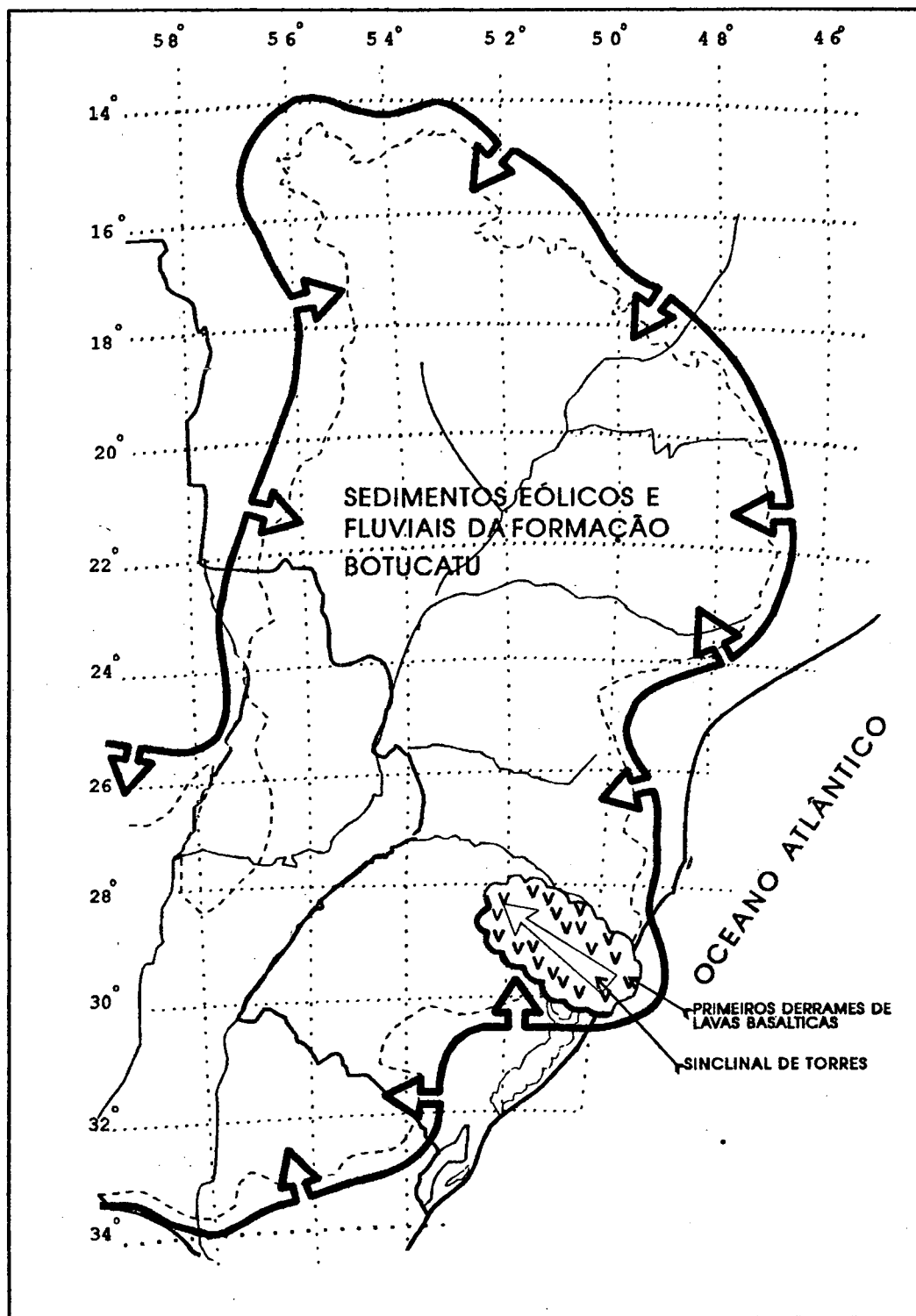


FIG. 3.6 MAPA PALEOTECTÔNICO DO JURÁSSICO MÉDIO

LEGENDA

- MERIDIANOS E PARALELOS
- DRENAGEM PRINCIPAL
- LIMITES DA BACIA GEOLÓGICA DO PARANÁ
- LIMITES DO TERRITÓRIO BRASILEIRO
- Mergulho Regional
- >>

FONTE: NORTHFLEET ET. AL. (1969)

MAPA DOS PRINCIPAIS LINEAMENTOS DO SUL BACIA GONDUÂNICA DO PARANÁ

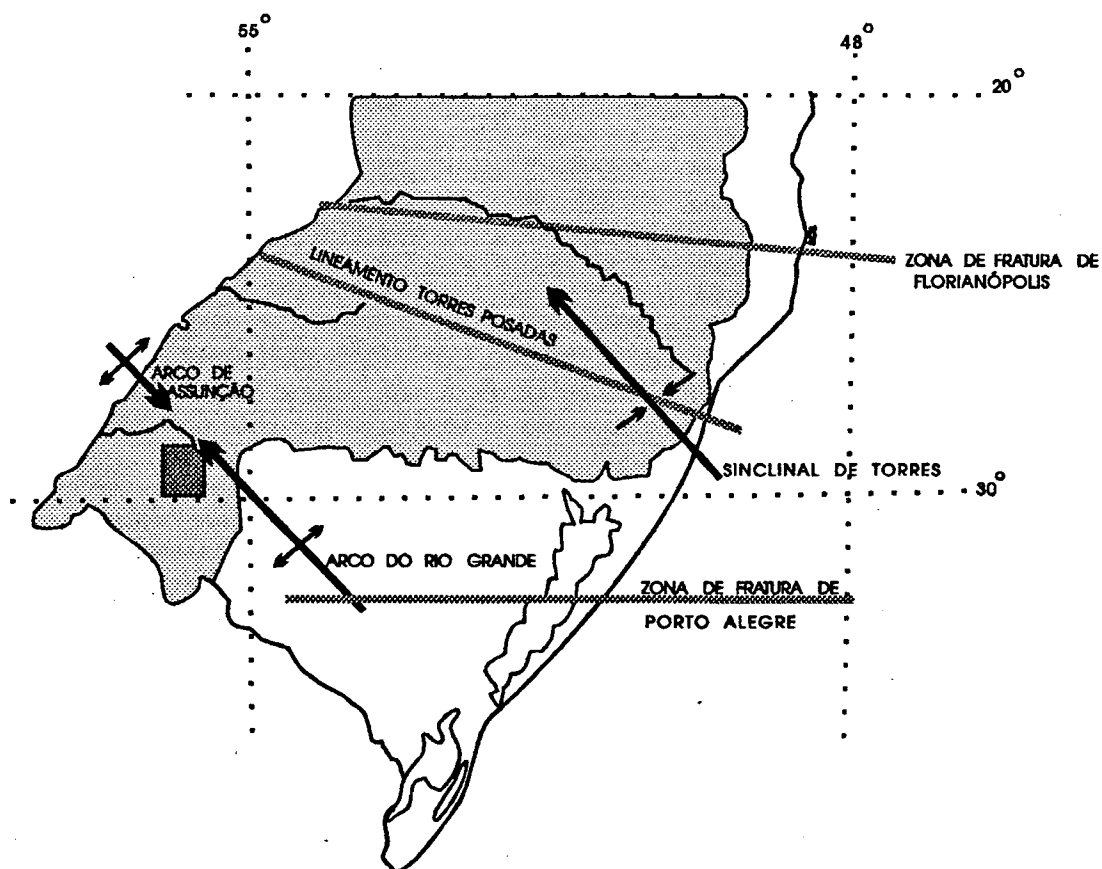




FIG. 3.7 MAPA TECTÔNICO DA BACIA GONDUÂNICA DO PARANÁ

LEGENDA

-  ÁREA DO TRABALHO
-  ÁREA DA BACIA

FONTE: FÚLFARO ET. AL (1982)

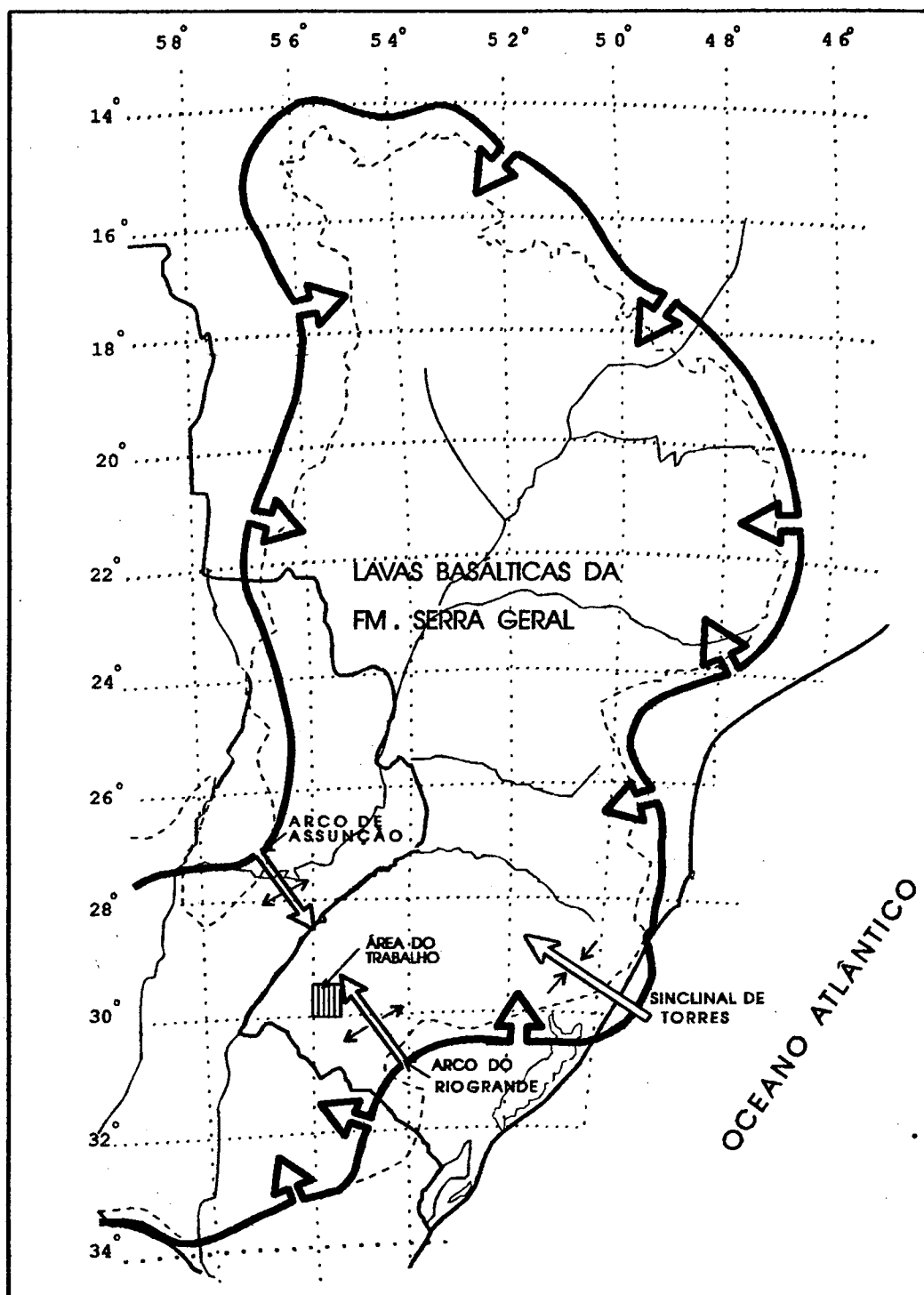


FIG. 3.8 MAPA PALEOTECTÔNICO DO FIM DO CRETÁCEO INFERIOR

LEGENDA



FONTE: NORTFLEET ET AL. (1968)

3.2 Clima

A área estudada está totalmente inserida numa região de clima do tipo Cfa, baseando-se na classificação de Köppen, ou seja, clima subtropical ou virginiano, com temperaturas nos meses mais frios entre 3°C a 18°C, nos meses mais quentes, as temperaturas são superiores a 22°C. O regime de chuvas é constante com precipitações presentes em todos os meses do ano, e chuvas torrenciais no verão (Fig. 3.9) (Moreno, 1961).

Segundo RADAMBRASIL(1986) a área do trabalho encontra-se totalmente inserida no clima do tipo Dfq, que se caracteriza como: regional do tipo "D", úmido a subúmido; mesoclima, quanto ao grau de umidade, do tipo "1", forte; e quanto a temperatura "q", ou seja, com média anual superior a 18°C. Os totais pluviométricos mensais apresentam-se sempre com valores normais superiores a 60mm.

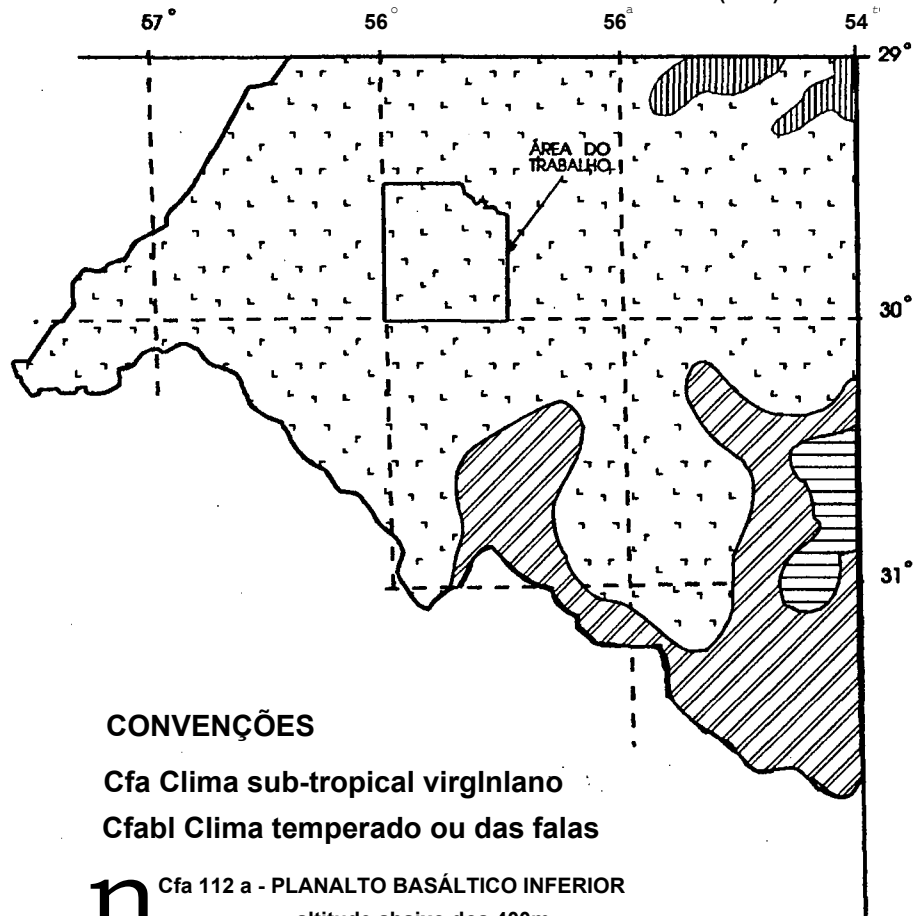
A temperatura média anual da região varia em torno de 18,5°C. As estações são bem caracterizadas, com períodos frios e quentes bem definidos. A temperatura média no mês de julho, o mais frio, é de 12°C. O mês mais quente é janeiro, com temperatura média de 23°C.

A umidade relativa do ar varia entre 75% a 97%, com uma insolação anual em torno de 2.600 horas. (Presotto et al., 1973) .

Para se obter maior consistência sobre a regularidade do regime de chuvas procurou-se outras fontes. Junto à Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, coletou-se dados de precipitação da estação agrometeorológica de Alegrete, situada nas coordenadas 55° 47' W e 29° 46' S, estes revelaram uma média anual entre os anos de 1973 a 1986 de 1674,8 mm de chuvas. Dados mais recentes, obtidos através do Boltim de Monitoramento e Análise Climática

FIS.3.9 CLASSIFICAÇÃO DO CUMA

SEGUNDO W. KÖPPEN fonte: MORENO (1961)



CONVENÇÕES


Cfa Clima sub-tropical virglnlano

Cfabl Clima temperado ou das falas

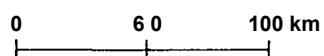
n Cfa 112 a - PLANALTO BASÁLTICO INFERIOR
altitude abaixo dos 400m

 Cfa 111 a - PLANALTO BASÁLTICO INFERIOR ERODIDO
altitude entre 400e 600m

 Cfa II c - ESCUDO SUL RIOGRANDENSE-URUGUAIO
altitude Inferior a 400m

 Cfbllb - ESCUDO SUL RIO GRANDENSE-URUGUAIO
altitude superiores a 400m

ESCALA



(CLIMANÁLISE), entre o período de abril de 1992 a março de 1993 revelaram um total anual de precipitações para a área do trabalho de 1610 mm. Como se pode notar são valores bastante próximos. As médias mensais são de 139,5 para a série de 13 anos (1973/86), e 134,1 para os dados mais recentes (1992/93) (Tab.3.1).

Tab. 3.1 PRECIPITAÇÕES NA
ÁREA CENTRAL DO MUNICÍPIO DE ALEGRETE

nes	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
A	146,2	192,8	145,1	166,9	168,4	93,3	140,7	92,3	159,6	138,1	145,8	85,6
B	225,0	80,0	120,0	300,0	200,0	150,0	90,0	50,0	100,0	125,0	70,0	100,0

Fonte:

A: - Média mensal das precipitações na área do trabalho, no período de 1973 a 1986, Estação agrometeorológica de Alegrete.

Total médio anual = 1674,8 mm; média mensal = 139,56 mm.

B: - Valores mensais das precipitações entre abril de 1992 a março de 1993 obtidos em:

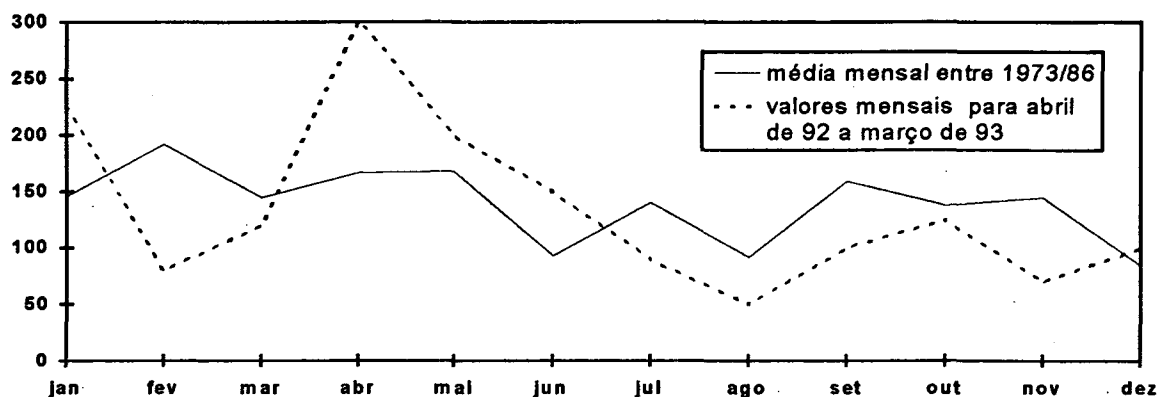
CLIMANÁLISE. 1992. *Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. V 7 (4 a 12).

CLIMANÁLISE. 1993. *Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. V 8 (1 a 3).

Total anual = 1610,0 mm; média mensal = 134,16 mm.

No gráfico resultante da aplicação dos dados da tabela -3.1, nota-se, como era de se esperar, que na média da série mais longa, os valores são mais homogêneos.

Fig.3.10 DISTRIBUIÇÃO DAS PRECIPITAÇÕES
NA ÁREA CENTRAL DO MUNICÍPIO DE ALEGRETE



O regime de chuvas é uma variável importante para a viabilidade da construção do mapa isopotenciométrico, porque os dados utilizados na compilação destas curvas foram medidos quando da conclusão de cada poço, o que ocorreu ao longo de alguns anos e nos meses dos mais diversos (anexo 1) . Estes valores foram "congelados", como se não houvessem variações durante esse período: para um regime de chuvas regular em todos os meses do ano e constante ao longo dos anos, a recarga do aquífero também seria constante. De fato, considerando as variações relativamente pequenas do regime de chuvas que ocorrem no verão e no inverno, e que a descarga artificial é infinitesimal, se comparada com o potencial do aquífero, ainda que o intervalo das curvas isopotenciométricas é de vinte metros, estas variações tornam-se pouco significativas.

3.3 Morfologia e Vegetação

Geomorfologicamente a área estudada encontra-se numa zona de transição entre as unidades compostas por sedimentos gonduânicos e por rochas basálticas. Estas unidades ainda encontram-se subdivididas: a do Planalto Médio e a "Cuesta Basáltica". A sub-unidade denominada de "Cuesta Basáltica" apresenta-se com "front" voltado para o Leste. Este "front" decresce para o Norte a partir da

cidade de Livramento, até alcançar o topo da Formação Botucatu, próximo da cidade de Alegrete. Alguns autores têm-se referido a esta feição como "Cuesta do Haedo", denominação dada pelo geógrafo uruguaio Chebatarof (1951, *apud Presotto et al.*, 1973).

A topografia é formada de colinas arredondadas com relevo apresentando altitudes inferiores a 200m sendo resultado de processos erosivos que atuaram sobre a região, associados a fenômenos tectônicos brandos. A drenagem é de pequeno porte, sendo raras as de porte médio, predominando o padrão dendritico a sub-retangular. A depressão do Rio Ibicui secciona a "Cuesta do Haedo", separando-a do planalto basáltico, identificando-a geomorfologicamente como uma cuesta basáltica, concordante com o pacote arenítico que mergulha para Oeste tendendo para sudoeste, aproximadamente perpendicular à calha do Rio Uruguai.

De acordo com o RADAMBRASIL (1986), a área em estudo está contida na Região geomorfológica Planalto da Campanha, unidade Planalto de Uruguiana; e abrange as seguintes sub-unidades: Coxilha Santana, Área degradacional Oriental, Pediplano do Médio Rio Uruguai e Área de Acumulação Fluvial.

Coxilha Santana - Esta sub-unidade predomina na porção Sudoeste da área do trabalho estendendo-se até as proximidades da cidade de Alegrete. Esta sub-unidade configura-se, de modo geral, em semi-arcos e corresponde à área considerada como o reverso da "Cuesta" do Haedo. A frente de "Cuesta" do Haedo representa a porção leste da Coxilha Santana, porém, no lado brasileiro é bastante descontínua, caracterizando-se como "Cuesta" inteiriça somente a sudoeste da cidade de Santana do Livramento; configura-se como "Cuesta", propriamente dita, e em sua maior extensão, no território Uruguaio.

A Coxilha Santana constitui-se de rochas efusivas básicas, apresentando ocasionalmente intercalações de arenitos "intertrápicos". Estes arenitos geralmente afloram em trechos descontínuos nas vertentes da Coxilha Santana. Estruturalmente a Coxilha Santana representa uma monoclinal, uma vez que as camadas mergulham de modo regular para a calha do Rio Uruguai.

Esta sub-unidade caracteriza-se por apresentar solos Litólicos eutróficos, com freqüentes afloramentos rochosos. Associado a estas condições pedológicas ocorre vegetação Estepe Gramíneo-Lenhosa.

Área Degradacional Oriental . - Esta sub-unidade constitui a porção Leste da área do trabalho e estende-se para o sul limitando-se com a Coxilha Santana.

O Formação Botucatu é predominante nesta sub-unidade, que localmente pode apresentar capeamento basáltico que atua como mantenedor do relevo, formando morros testemunhos, mesas ou prolongamentos descontínuos da "cuesta".

O solo característico desta sub-unidade, ao Sul do Rio Ibicuí, portanto, na área do trabalho, é do tipo Podzólico e a vegetação associada é do tipo Savana Estépica.

O fenômeno mais expressivo desta sub-unidade são as áreas de risco de desertificação; essa terminologia refere-se a campos de areia fina e solta, de coloração rosa alaranjada. A ação dos ventos mobiliza as partículas desse material na forma de dunas que avançam encobrendo estradas.

Suertegaray (1992), desenvolveu um estudo mais criterioso nas chamadas áreas de risco de desertificação. A autora prefere termo "areais" para designar essas áreas, pois desertos ou desertificação necessariamente estão associados a médias anuais de precipitação muito aquém das que ocorrem na região (Tab. 3.1; Fig. 3.10).

Após um estudo histórico, a autora conclui que a origem desses areais está associada a causas naturais, pois se tem relatos dos mesmos muito antes da ocupação mais efetiva daquelas áreas. O uso inadequado do solo, contudo, pode dar origem a novos areais, atuando como fator que acelera e amplia as áreas já existentes.

Pediplano do Médio Rio Uruguai - Corresponde a uma extensa superfície de aplainamento elaborada por processo de pediplanação desenvolvido sobre rochas efusivas da Formação Serra Geral. Os solos desenvolvidos nesta sub-unidade no geral são Plintos-solos e apresentam-se cobertos por vegetação estépica. Esta sub-unidade morfológica é encontrada ao Norte e noroeste da área estudada.

Área de Acumulação Fluvial - São áreas constituídas de sedimentos atuais a subatuais, encontrados ao longo da drenagem principal; suas maiores ocorrências estão junto ao Arroio do Caverá e ao Rio Ibirapuitã.

O principal rio, e que corta a área estudada longitudinalmente, é o rio Ibirapuitã. Segundo Presotto e Garcia (1971) o deflúvio médio do Rio Ibirapuitã, medido na estação fluviométrica da cidade de Alegrete, atinge uma média anual de $2.800 \times 10^6 \text{ m}^3$. O período de águas baixas está compreendido entre os meses de novembro a março, enquanto que o das águas altas verifica-se nos meses de abril a outubro. Nos anos hidrológicos mais secos do registro (1964/1965) o escoamento médio foi de $34,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Nos anos hidrológicos mais úmidos do registro (1959/1960) o escoamento médio foi de $162,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Segundo Presotto et al. (1973) a vegetação predominante na região é de gramíneas: *Paspalum sp.*, *Axonopus sp.*, *Andropogon Cateralis* determinando um caráter típico de campos. Ocorrem também leguminosas como: *Trifolium*, *Phaseolus*, *Desmodium* e *Oxalis*, estas as mais freqüentes, e que são conhecidas popularmente como azedinhas. Nos

principais cursos d'água são encontradas as matas ciliares ou de galeria, onde predominam a corticeira (*Erythrina cristagalli*), o Branguilho (*Sebastiania klotschiana*) e o Amarelho (*Terminalis australis*).

3.4 Hidrogeologia

A área de Alegrete, em consequência da geologia que apresenta, possui duas grandes unidades hidrogeológicas:

- * Arenitos da Formação Botucatu
- * Basaltos da Formação Serra Geral

As aluviões, como aquíferos, são bastante limitadas na exploração em grande escala, servindo apenas para abastecimento de residências, porém desempenham um importante papel na recarga dos aquíferos sotopostos.

Os arenitos intertrápicos, mesmo sendo litologias sedimentares, sob aspecto hidrogeológico, serão considerados como heterogeneidade da Formação Serra Geral, porque são constituídos de lentes descontínuas e totalmente inseridas nas rochas vulcânicas.

As informações e dados sobre a hidrogeologia estão, na sua totalidade, baseados no Projeto Hidrogeologia da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul, relatório final, que tem como autores Presotto et al. (1973), CPRM, Porto Alegre. A área do presente trabalho está totalmente inserida na zona de interesse do Projeto Hidrogeologia da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul. O mesmo abrange uma área de 67.000 km² e constitui-se uma das principais fontes de informações sobre a hidrogeologia da região sudoeste do Rio Grande do Sul.

Esses autores constataram três horizontes de arenitos intertrápicos, variando de espessura, podendo ter poucos

centímetros até vinte metros. As vazões destes horizontes variam de zero, poço seco, a 10 m³/hora. As pequenas vazões são explicadas em função do alto grau de silicificação e do caráter descontínuo que estas litologias podem apresentar.

3.4.1 Aquífero Botucatu

É o melhor aquífero do Estado e o objetivo principal da presente pesquisa. Na área mapeada, repousa de maneira gradacional sobre a Formação Rosário do Sul, o que não ocorre na maior parte da Bacia, onde o contato inferior é discordante por descontinuidade erosiva. Divergindo de Gres e Szubert (1971), Presotto et al. (1973) afirmam que os falhamentos no Aquífero Botucatu são raros, e geralmente, encontram-se silicificados, impedindo a circulação da água subterrânea. Em consequência destas características é contra indicada a perfuração de poços tubulares nestas estruturas.

a) Parâmetros Hidráulicos do Aquífero Botucatu

A espessura média do Aquífero Botucatu na área estudada é de sessenta metros, ao norte do capeamento basáltico, sendo de cem metros ao sul do Rio Içicuí. A espessura média saturada é de vinte metros nas zonas aflorantes e de oitenta metros nas áreas cobertas pelos derrames.

As características hidrodinâmicas como: coeficientes de transmissividade, de permeabilidade e de armazenamento, foram determinadas por meio de testes de bombeamento realizados pela SUDESUL, CORSAN e Cia. T. Janer, em alguns poços (anexo 1) que ofereciam condições de ensaio. O poço 32 foi testado sendo utilizado o poço 35 como poço de observação; nos demais as observações foram efetuadas

diretamente no poço bombeado. Os coeficientes foram calculados a partir da fórmula de Jacob (Tab. 3.2). Todos os poços testados situam-se na área mapeada

As características hidrodinâmicas estão na mesma ordem de grandeza daquelas determinadas por Rebouças (1976), para o Aquífero Botucatu na região de São Paulo.

Tab. 3.2 CARACTERÍSTICAS HIDRODINÂMICAS
DO AQUIFERO BOTUCATU

POÇO N°	TRANSMISSIVIDADE (m ² /s)	ARMAZENAMENTO	CONDUTIVIDADE (m/s)
18	3,30 x 10 ⁻⁴	1,10 x 10 ⁻²	2,00 x 10 ⁻⁵
19	2,20 x 10 ⁻⁴	•k	1,80 x 10 ⁻⁵
20	4,10 x 10 ⁻⁴	4,60 x 10 ⁻³	8,20 x 10 ⁻⁵
21	1,20 x 10 ⁻³	2,70 x 10 ⁻⁴	3,20 x 10 ⁻⁵
24	2,80 x 10 ⁻³	1,70 x 10 ⁻³	3,50 x 10 ⁻⁴
29	6,20 x 10 ⁻⁴	4,50 x 10 ⁻⁴	3,10 x 10 ⁻⁵
32	4,23 x 10 ⁻⁴	9,63 x 10 ⁻⁴	9,00 x 10 ⁻⁵
33	7,00 x 10 ⁻³	1,00 x 10 ⁻³	6,92 x 10 ⁻⁵
34	2,56 x 10 ⁻³	3,20 x 10 ⁻⁶	3,48 x 10 ⁻⁵
35	2,77 x 10 ⁻⁴	1,21 x 10 ⁻⁶	3,97 x 10 ⁻⁵
MÉDIAS	1,83 x 10 ⁻⁴	2,22 x 10 ⁻⁴	7,66 x 10 ⁻⁵

Fonte: Presotto et al. (1973)

b) Descarga do Aquífero Botucatu

Presotto et al. (1973) concluem que na área do Projeto Hidrogeologia da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul, uma área bem mais ampla do que a área estudada, as linhas equipotenciais obedecem nitidamente ao comando estrutural das camadas e da topografia da Formação Botucatu. Neste caso, a Leste da área mapeada, observa-se um divisor de águas subterrâneo de direção geral Norte-Sul, que condiciona o fluxo no sentido Oeste com gradiente

hidráulico de 0,6 m/km. Ao Norte, na folha de Passo Novo, este divisor sofre uma inflexão para Oeste direcionando o fluxo para a calha do rio Ibicuí.

Os mesmos autores calculam que o escoamento médio é equivalente a $1,43 \times 10^5 \text{ m}^3$ por quilômetro de secção de aquífero, considerando-se uma transmissividade média de $1,83 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ e iam gradiente de 2,5 m/km, estimado pela rede de fluxo.

A descarga do Aquífero Botucatu processa-se por meios naturais e artificiais. As descargas naturais incluem fontes de percolação vertical ascendente, evapotranspiração, e na drenagem superficial efluente. As descargas artificiais constituem-se de poços e cacimbas.

As surgências mais freqüentes ocorrem no contato das Formações Botucatu/Serra Geral. A percolação vertical ascendente, proveniente da Formação Botucatu, alimenta o aquífero Serra Geral, e quando atinge a superfície é chamada popularmente de "olho d'água". Tais fontes têm descarga oscilante. Ocorrem também fontes de depressão com vazões menores e que tendem a ser intermitentes.

A taxa de evapotranspiração foi calculada, utilizando-se o método de TURK, em torno de 919 mm/ano.

As cacimbas de uso doméstico, contribuem com uma descarga praticamente desprezível. A descarga através de poços tubulares é que efetivamente representa a verdadeira descarga artificial. A principal área de descarga artificial ocorre nas proximidades da cidade de Alegrete, com maior concentração de poços, e onde a CORSAN utiliza água subterrânea para o abastecimento urbano.

Somando-se toda exploração, verifica-se que a descarga artificial do aquífero Botucatu é desprezível, em termos atuais, podendo suportar uma demanda várias vezes

maior no futuro. A vazão do escoamento natural é de 143.000 m³/ano/km, sendo que o consumo médio é de 514.334 m³/ano o que corresponderia ao fluxo d'água que passa numa secção de apenas 3,6 km de aquífero.

c) Recarga do Aquífero Botucatu

Segundo os mesmos autores a recarga do aquífero Botucatu dá-se através de três processos preferenciais:

Infiltração pluvial direta, que é a mais importante e ocorre em condições geológicas favoráveis onde o arenito se encontra aflorante, já que nestes locais a topografia é plana ou levemente ondulada; a drenagem é bem desenvolvida e o solo é predominantemente arenoso e permeável.

O segundo processo de recarga poderá ocorrer através da infiltração ao longo dos rios desde que haja condições geológicas favoráveis.

Enquanto que o terceiro tipo de infiltração ocorre pela contribuição dos aquíferos superiores e inferiores, caso também ocorram condições geológicas favoráveis.

3.4.2 Sistema Aquífero c) Serra Geral

O manto de intemperismo resultante da alteração da Formação Serra Geral é predominantemente argiloso e sua espessura pode variar de um a três metros. A infiltração no manto de intemperismo se dá através de pequenos volumes de água que se infiltram até o contato com a rocha, percolando descendentemente para as fraturas da Formação Serra Geral. Parte da água fica retida no solo argiloso formando uma zona de saturação próxima da superfície, responsável pelo abastecimento do poços domésticos abertos manualmente.

O volume de água absorvido pelo manto de intemperismo é maior no inverno do que no verão, mesmo considerando-se que a precipitação média mensal durante o ano seja constante. Isto é possível devido ao tipo de precipitação que ocorre nestas estações. No inverno as chuvas são contínuas e de baixa intensidade, fatores que favorecem a absorção da água pelo solo. No verão as chuvas são torrenciais e de curta duração; este tipo de precipitação favorece o escoamento superficial e diminui a infiltração. Este fato pode ser comprovado pela observação do nível dos poços domésticos, os quais, na sua maioria secam no verão, e no inverno apresentam-se bem supridos de água.

A recarga direta a partir da chuva é pequena, devido ao manto de intemperismo, delgado e muito argiloso, isto favorece um grande escoamento superficial, com pouca influência da vegetação, que é predominantemente, constituída de gramíneas

As fendas de resfriamento, quando aflorantes, oferecem pequena contribuição para a recarga, que torna-se mais efetiva ao longo dos cursos de água de maior porte, encaixados em falhas e fraturas.

A ascensão piezométrica é da ordem da centena de metros. Poços profundos, perfurados na Formação Serra Geral e que se aproximam do Arenito Botucatu, indicam que a recarga do Aquífero Serra Geral processa-se principalmente pela infiltração vertical ascendente a partir do Aquífero Botucatu sotoposto. Esta recarga deve-se às condições estruturais da região: uma homoclinal mergulhante para Oeste, confinando as águas do Aquífero Botucatu.

As águas do Aquífero Serra Geral escoam para Oeste, com baixas velocidades, representando os níveis superiores do freático regional, através de uma intrincada trama de

fendilhamentos. Esta circulação é feita principalmente nos planos "juntas-falha".

Segundo Hausman (1966) A Formação Serra Geral não constitui um bom aquífero. A circulação da água subterrânea nestas litologias dá-se através de fraturas abertas. A vazão média dos poços variam de 3 a 10m³/hora. Poços bem locados podem atingir vazões de 40 m³/hora, mas estes casos são raros; podem ocorrer também poços totalmente secos.

3.4.3 Água Subterrânea nos Arenitos Intertrápicos

Os arenitos intertrápicos, em função de sua litogênese, poderiam tornar-se uma alternativa atraente na exploração da água subterrânea, pois em alguns locais podem atingir até vinte metros de espessura, porém, constatou-se que as vazões nestes horizontes, atingem no máximo, uma dezena de metros cúbicos por hora. Este comportamento hidrogeológico dos arenitos intertrápicos deve-se ao alto grau de silicificação que apresentam. Outro fator limitante dos arenitos intertrápicos, na sua potencialidade como aquífero é a descontinuidade formando lentes praticamente isoladas e trapeadas pelos derrames de lavas. Em termos hidrogeológicos, os arenitos intertrápicos integram-se ao sistema aquífero Serra Geral.

3.4.4 Água Subterrânea nos Depósitos de Aluviões

A espessura dos depósitos de aluviões é muito variável, podendo atingir até 12m, porém a espessura média é de 5m, com larguras que oscilam em torno dos 300m. Podem ocorrer exceções, como nos depósitos do Rio Ibicuí, do Rio Ibirapuitã e do Arroio do Caverá, onde a largura pode atingir até 5km.

Presotto et al. (1973) afirmara ainda que os depósitos de aluviões funcionam muito mais como transmissores de água para a rocha sotoposta, do que como armazenadores de água propriamente ditos. Entretanto, nas área onde os mesmos são mais desenvolvidos, como nas margens do Rio Ibicuí, do Rio Ibirapuitã e do Arroio do Caverá, os depósitos de aluviões podem fornecer razoáveis quantidades de água, exploradas facilmente através de escavações e poços manuais.

3.5 Hidrogeoquímica

De todos os poços perfurados na área, apenas dez tiveram suas águas analisadas quimicamente; ainda assim, as análises foram efetuadas apenas por ocasião da conclusão da obra. Até o momento não se tem conhecimento de atividades de monitoramento das águas destes poços, no que se refere às características hidroquímicas (Tab. 3.3 e 3.4)

Tab. 3.3 - ANÁLISES QUÍMICAS DA ÁGUA DOS POÇOS NA
ÁREA DE ALEGRETE - CÁTIOS

POÇO N°	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ⁺⁺
18	58,30	8,20	21,00	0, 50	0,15
19	55,00	4,40	17,60	zero	0,10
20	36,30	3,70	8, 80	1,50	zero
21	46,90	2, 40	16,20	1,20	0,04
24	54,70	3,70	22,40	zero	0,30
29	24, 60	13,40	16,20	1,00	0, 02
32	26,80	6,30	zero	zero	0,10
33	13,79	3,10	1,75	1,75	zero
34	13,22	3,70	1,32	1,32	zero
35	9,78	2, 90	1, 63	1,63	zero

O resultado das análises, em miligrama por litro, foram obtidas em Presotto et al. (1973).

Tab. 3.4 - ANÁLISES QUÍMICAS DA ÁGUA DOS POÇOS NA
ÁREA DE ALEGRETE - ÂNIONS

POÇO N°	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₂ [~]	NO ₃ ⁻
18	13,19	8, 00	293,00	zero	0,90
19	14,50	3,50	219,60	zero	zero
20	7,90	*8, 90	152,50	0,01	0, 53
21	15,50	10,00	247,60	zero	1, 80
24	2,90	4,50	195,20	zero	zero
29	3, 60	zero	163,50	0, 008	0,40
32	16,00	3,70	134,00	zero	zero
33	2,84	zero	83,57	zero	zero
34	1,84	16,46	83,54	zero	zero
35	3,19	zero	58, 98	zero	zero

O resultado das análises, em miligrama por litro, foram obtidas em Presotto et al. (1973).

Presotto et al. (1973), consideram que as águas do Aquífero Botucatu são de boa qualidade tanto para consumo humano como para dessedentação de animais ou uso industrial, assim como para irrigação.

Dos poços com análise químicas, apenas cinco dispõem de parâmetros referentes à resistividade elétrica. Na análise de sólidos totais, apenas um poço apresentou água com valores acima daqueles considerados como satisfatórios para uso doméstico e industrial. O valor do pH varia entre 7,3 e 7,9, o que confere às amostras características levemente alcalinas (Tab.3.5).

Tab. 3.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DAS ÁGUAS
DOS POÇOS NA REGIÃO DE ALEGRETE - RS

POÇO n°	RESÍDUO SECO (mg/l)	DUREZA mg/l CaCO [^]	ALCALINIDADE (TAC)	RESISTIVIDADE (f2/cm)	PH
18	348,80	232,00	240,00	(1)	7,7
19	1.624,00	195,00	180,00	(1)	7,9
20.	154,00	108,00	125,00	(1)	7,5
21	315,00	170,00	203,00	0,00333	7,6
24	233,60	142,00	160,00	(1)	7,8
29	192,00	108,00	101,00	0,00526	7,3
32	50,00	110,00	110,00	(1)	7,9
33	131,40	46,96	58,96	0,00331	7,5
34	145,00	48,17	68,47	0,00343	7,5
35	115,40	36,14	36,14	0,00378	7,8

Fonte: Presotto et al. (1973) .

3.6 Atividade Agro-industrial

Economicamente, o município de Alegrete destaca-se com uma importante parcela na produção agropecuária do Estado do Rio Grande do Sul. As tabelas 3.6 a 3.7 mostram a evolução dessa produção.

A produção na pecuária é mostrada na tabela 3.6:

Tab. 3.6 - EVOLUÇÃO DO REBANHO DO MUNICÍPIO DE ALEGRETE
1976 A 1989

ANO	BOVINOS	OVINOS	SUÍNOS
1976	590.137	999.189	5.124
1977	482.044	995.020	5.288
1978	492.533	990.850	5.292
1979	511.985	965.200	5.292
1980	571.150	990.000	12.350
1981	567.000	1.010.000	12.350
1982	584.000	980.000	12.000
1983	572.067	1.000.000	12.600
1984	505.693	1.000.000	12.977
1985	507.081	1.000.000	12.850
1986	582.963	1.391.000	9.072
1987	597.537	1.435.512	8.917
1988	591.562	1.507.288	6.242
1989	548.377	1.389.719	7.606

Fontes:

Rio Grande do Sul, (1980, 1983, 1984/85, 1986/87, 1991/92).
FEE. Municípios do Rio Grande do Sul (1989).

A agricultura, apresentou uma produção conforme a tabela 3.7. e suas respectivas áreas de cultivo que estão expressas na tabela 3.8.

Tab. 3.7 - PRINCIPAIS PRODUTOS
AGRÍCOLAS DO MUNICÍPIO DE ALEGRETE - 1976 a 1990
(em toneladas)

ANO	ARROZ	SOJA	TRIGO
1976	58.725	21.600	18.000
1977	79.200	18.000	5.760
1978	71.400	27.000	21.600
1979	74.020	38.710	21.454
1980	114.400	65.280	7.683
1981	94.710	24.500	8.800
1982	79.950	19.923	3.750
1983	104.550	24.648	3.000
1984	150.000	22.950	3.000
1985	154.000	18.000	4.250
1986	167.200	6.720	2.499
1987	189.000	8.280	1.560
1988	220.015	3.492	(1)
1989	129.65*7	6.156	(1)
1990	(2)	9.750	(1)

Fontes :

Rio Grande do Sul, (1980, 1983, 1984/85, 1986/87, 1991/92).

FEE. Municípios do Rio Grande do Sul (1989).

(1) Sem informação, devido a pequena produção.

(2) Sem informação, os dados foram levantados antes da colheita.

Tab. 3.8 - ÁREA CULTIVADA EM HECTARES,
POR CULTURA, NO MUNICÍPIO DE ALEGRETE
1976 - 1990

ANO	ARROZ	SOJA	TRIGO	ÁREA TOTAL
1976	15.560	12.000	16.000	43.560
1977	18.000	12.000	12.000	42.000
1978	17.000	25.000	18.000	60.000
1979	24.000	49.000	24.350	97.350
1980	26.000	50.000	8.537	84.537
1981	22.550	24.500	7.400	54.450
1982	23.000	17.600	7.500	48.100
1983	30.000	15.800	2.500	48.300
1984	35.000	17.000	2.500	54.500
1985	35.000	15.000	5.000	55.000
1986	38.000	8.000	1.965	47.965
1987	42.000	6.000	1.000	49.000
1988	44.010	4.000	(1)	48.010 *
1989	41.010	9.300	(1)	50.310 *
1990	(2)	6.500	(1)	6.500 *

Fontes :

Rio Grande do Sul, (1980, 1983, 1984/85, 1986/87, 1991/92) .

FEE. Municípios do Rio Grande do Sul (1989) .

* Área em total parcial

(1) Sem informações devido à pequena produção

(2) Sem informações; os dados foram coletados antes
da colheita

Além destes produtos o Município produz ainda milho e sorgo que, respectivamente, tomaram o terceiro e quarto lugar, a partir de 1981, fazendo com que o trigo passasse para o quinto lugar entre os produtos agrícolas de maior cultivo na região.

A área cultivada para a fruticultura e horticultura é restrita para a subsistência.

Na indústria destacam-se aquelas que se dedicam à produção de alimentos, é a transformação da produção agro-pastoril; estas somam praticamente a metade de todo parque industrial do município, número este estável ao longo dos anos analisados.

A população residente, de acordo com o censo de 1970, 1980 e 1991 revelou uma distribuição populacional conforme a tabela 3.9.

Tab. 3.9 - DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL RESIDENTE POR
SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO
1970 a 1991

ANO	URBANA	RURAL	TOTAL
1970	46.077	18.953	65.030
1980	55.598	13.874	69.472
1991	(1)	(1)	78.748

(1) A fonte não contém os dados parciais

Fonte: Rio Grande do Sul, (1986/87, 1991/92).

3.7 Saneamento

A rede de água contava com 74 km de extensão em 1976. Até 1990 a rede de abastecimento de água foi ampliada para 134 km. A rede de esgoto que contava com 18 km de extensão em 1976 foi ampliada para 23 km em 1990.

A distribuição e o consumo d'água de abastecimento teve uma variação de acordo com os dados da tabela 3.10

Tab. 3.10 - INFORMAÇÕES SOBRE A CAPTAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO
DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE ALEGRETE (em 1.000 m³)

ANO	RECALQUE DE SUP.	POÇOS	TOTAL
1976	1.572	1.472	3.096
1977	1.605	1.492	3.096
1978	1.924	1.559	3.483
1979	2.120	1.570	3.790
1980	2.239	1.800	4.039
1981	2.291	1.853	4.144
1982	2.389	2.145	4.534
1983	2.514	2.217	4.731
1984	2.017	2.565	4.582
1985	2.101	2.642	4.743
1986	(1)	(1)	(1)
1987	(2)	(2)	4.735
1988	(2)	(2)	5268
1989	(2)	(2)	5.951

Fontes :

Ric» Grande do Sul, (1980/ 1983/ 1984/85, 1986/87/ 1991/92) ,

FEE. Municípios do Rio Grande do Sul (1989) .

(1) Sem informações disponíveis

(2) Disponível somente a produção total.

4. ANÁLISE DOS DADOS E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

No presente capítulo será feita uma análise dos dados apresentados no capítulo anterior, afim de se atingir os objetivos propostos.

Após a reunião das informações bibliográficas com os dados de campo passou-se para a fase de interpretação dos resultados e compilação dos mapas propostos.

Analizando-se o mapa geológico SUDESUL(1970) nota-se que duas litologias são predominantes: os arenitos eólicos da Formação Botucatu e as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, sobre estas estão depositados os depósitos de aluviões recentes. A distribuição em área de afloramento dessas litologias é apresentada na tabela (4.1):

Tab. 4.1 - DISTRIBUIÇÃO DAS LITOLOGIAS EM SUPERFÍCIE

FOLHA (título)	ARENITOS (km ²)	BASALTOS (km ²)	ALUVIÕES (km ²)
ALEGRETE	zero	550	90
RINCÃO DE S. MIGUEL	zero	580	120
ARROIO DO CAVERÁ	277	263	130
PASSO NOVO	188	228	94
TOTAL	465	1.621	423

Fonte: Cálculo com planímetro a partir do mapa geológico escala 1:50.000 SUDESUL (1970).

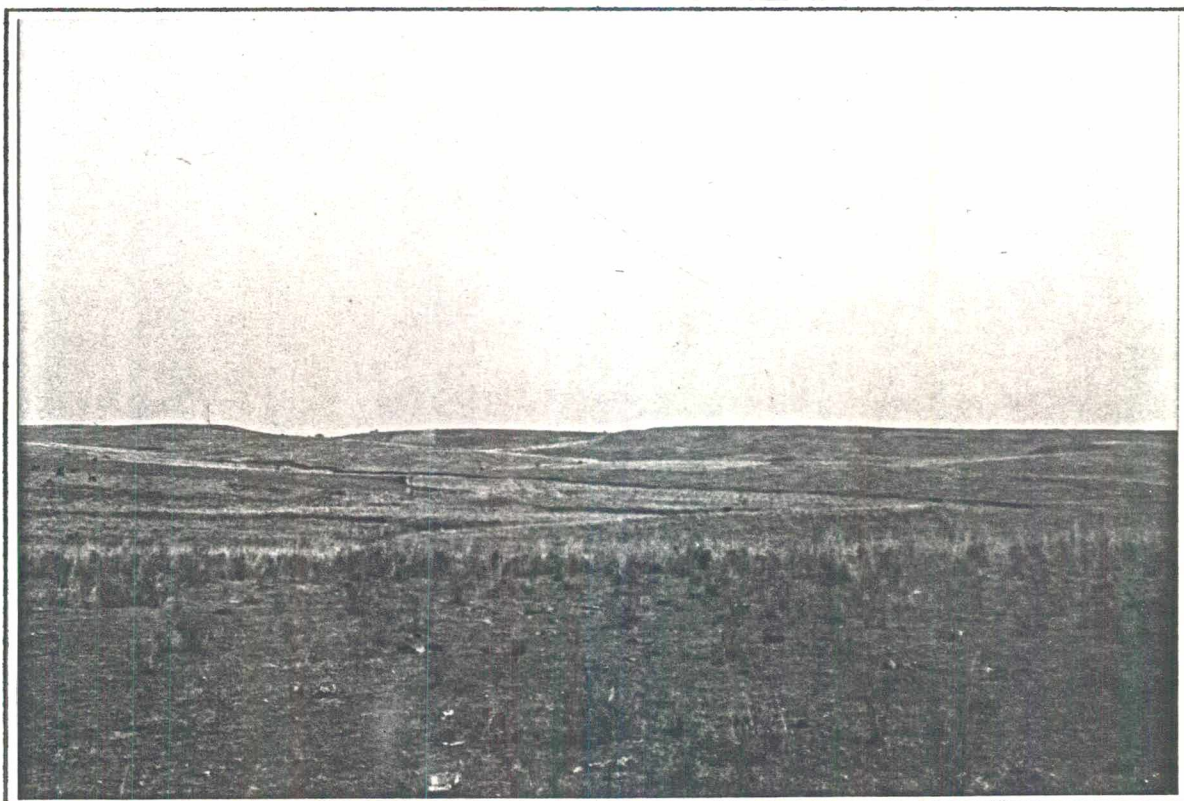
Os depósitos de aluviões ocorrem sobre as Formações Botucatu e Serra Geral, com morfologias distintas. Sobre os basaltos estes depósitos tomam uma configuração de bolsões, ligados por canais de menor largura. Sobre a área de domínio dos arenitos, estas morfologias não se verificam; existe sim, o desenvolvimento de grandes áreas constituindo largas planícies de inundação, que margeiam o Rio Ibicuí, o Rio Ibirapuitã e o Arroio do Caverá. No geral os depósitos de aluviões possuem composição areno-argilosa com boa quantidade de cascalhos. Os recursos hídricos são limitados e a largura destas planícies podem atingir até 5 km.

Os arenitos intertrápicos ocorrem nas áreas representadas pelas folhas de Rincão de São Miguel e de Alegrete, totalizando respectivamente 10 km² e 80 km². Sua distribuição em afloramentos é aleatória e não se detectou relação espacial entre os mesmos. Verticalmente o maior número de intertrápicos foi encontrado no poço número 1, onde foram identificados cinco níveis de arenitos bem definidos. Já a maior espessura destes arenitos foi no poço número 28, que atravessou 30 metros nestas litologias.

A zona limítrofe entre a Formação Botucatu e a Formação Serra Geral, ou o contato em superfície, ocorre sem grandes contrastes de relevo (Fig. 4.1). Sob aspecto geomorfológico este contato passa despercebido. Feições do tipo "Cuesta", citadas na bibliografia não são observadas, ou* apresentam-se com pequeno porte, quase imperceptíveis (Fig. 4.2). O que ocorre, é o encaixe de pequenos cursos d'água em certos segmentos do contato. Na porção Norte, o contato possui uma direção preferencial Norte-Sul. O arroio Restinga do Jacaré nasce nas litologias da Formação Serra Geral, mas praticamente todo o seu curso se desenvolve no contato entre os basaltos da Formação Serra Geral e os arenitos da Formação Botucatu. Na porção central da área, o contato sofre uma inflexão de forma semicircular, com um raio centrado nas proximidades do poço número 19 (Anexo 1).

FIG. 4.1

**FOTO DO LÍMITROFE ENTRE AS FORMAÇÕES BOTUCATU E
SERRA GERAL, NO MUNICÍPIO DE ALEGRETE**



**FIG. 4.1 MOSTRA UMA VISTA PARCIAL, NA DIREÇÃO SUL, DA
ÁREA LÍMITROFE ENTRE AS FORMAÇÕES BOTUCATU
E SERRA GERAL. NOTA-SE UM LEVE DECLIVE PARA
OESTE, DIREITA DA FOTO, EM OPOSIÇÃO, A UMA
FRENTE DE “ CUESTA” MUITO POUCO EVIDENTE.**

FIG. 4.2

**FOTO DO LIMÍTROFE ENTRE AS FORMAÇÕES BOTUCATU E
SERRA GERAL, NO MUNICÍPIO DE ALEGRETE**



**FIG. 4.2 MOSTRA UMA VISTA PARCIAL, NA DIREÇÃO SUL, DA
ÁREA LIMÍTROFE ENTRE AS FORMAÇÕES BOTUCATU
E SERRA GERAL. NESTA FOTO A FRENTE DE "CUETA"
É MAIS VISÍVEL. EM PRIMEIRO PLANO OBSERVA-SE
UM CORTE NO BASALTO DA FORMAÇÃO SERRA GERAL**

Na parte Sul, o contato torna-se bastante complexo, com afloramentos ora de arenitos e ora de basaltos, nesta região é onde se encontra o ponto culminante de toda área mapeada, com altitude de 232 metros (Fig. 4.3 e Fig. 4.4).

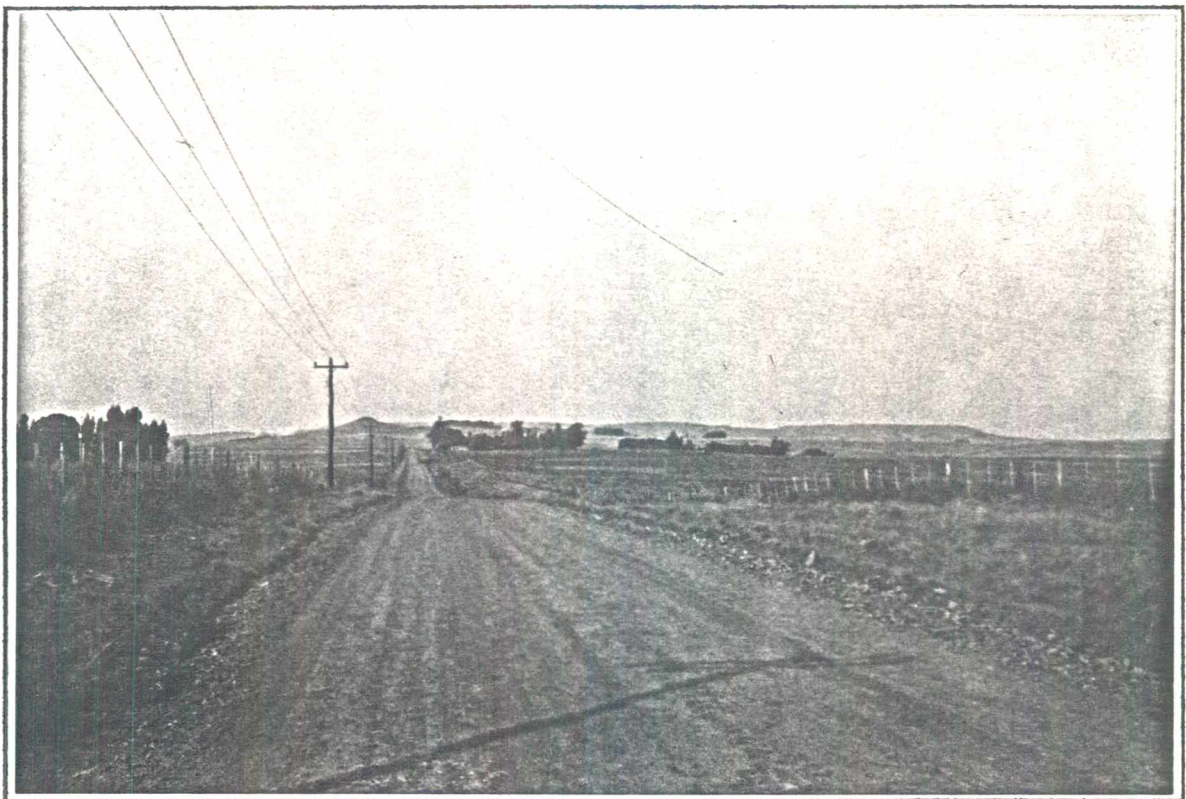
Os dados de sub-superfície mostram que trinta e quatro poços atravessaram a Formação Serra Geral, sendo que a maior espessura foi detectada no poço número 15, onde a Formação Serra Geral apresenta 154 metros. O contato entre as Formações Botucatu e Serra Geral neste poço está a 32 metros abaixo do nível do mar, porém a maior profundidade do contato entre estas duas unidade estratigráficas está no poço número 40 com 35 metros abaixo do nível do mar. Outros dois poços apresentam-se totalmente anômalos para a área mapeada, são os poços de números 26 e 37, cujas profundidades finais atingem respectivamente: -122 metros e -153 metros, com 202 metros de basalto no primeiro, e 258 metros de basalto no segundo poço, e mesmo assim não atingiram a Formação Botucatu.

Somente seis poços atravessaram a Formação Botucatu. A menor espessura dos arenitos eólicos foi detectada no poço número 16, com 21 metros, e a maior foi constatada no poço de número 33, com 109 metros, estes poços encontram-se na área de cobertura basáltica. No entanto, a espessura máxima dos arenitos na área mapeada é maior, como revela o poço de número 13, onde foram perfurados 139 metros de arenito, e não se atingiu a base da Formação Botucatu, este poço está localizado na zona de arenitos aflorantes. A pequena amostragem de poços que atravessam a Formação Botucatu dificulta a interpretação do seu comportamento estrutural, e inviabiliza, no momento, qualquer possibilidade de se traçar suas isópacas.

Os perfis geológicos, traçados perpendicularmente ao longo do contato aflorante entre a Formação Botucatu e a Formação Serra Geral, revelaram pequenos mergulhos, com direções convergentes para o centro da área; o ângulo de mergulho máximo detectado foi de $1^{\circ} 30'$.

FIG. 4. 3

**FOTO DO LIMÍTROFE ENTRE AS FORMAÇÕES BOTUCATU E
SERRA GERAL, NO MUNICÍPIO DE ALEGRETE
PARTE SUL DA ÁREA MAPEADA**



**FIG. 4.3 MOSTRA UMA VISTA PANORÂMICA DA PARTE SUL
DA ÁREA DO TRABALHO. O RELEVO MOSTRADO
NESTA FOTO REPRESENTA AS COTAS MAIS
ELEVADAS DA ÁREA MAPEADA.**

FIG. 4.4

**FOTO DO LIMÍTROFE ENTRE AS FORMAÇÕES BOTUCATU E
SERRA GERAL, NO MUNICÍPIO DE ALEGRETE
PARTE SUL DA ÁREA MAPEADA**



**FIG. 4.4 MOSTRA COM MAIS DETALHE A MAIOR ELEVAÇÃO
DA ÁREA DO TRABALHO. A ELEVAÇÃO MOSTRADA
COSTITUI UM RELEVO RESIDUAL ONDE O BASALTO
ATUA COMO SEU MANTENEDOR..**

Verificou-se também que o contato entre as Formações Botucatu e Serra Geral forma um plano côncavo, porque nos morros testemunhos ou mesas, onde o entalhamento da drenagem é mais profundo, não se verifica o surgimento de "janelas" de arenito, o que deveria ocorrer (Fig.4.5). Este fenômeno é comprovado no poço número 5, que atinge o contato Botucatu/Serra Geral, bem abaixo do previsto (fig. 4.6).

A rede hidrográfica da área mapeada é tributária da margem esquerda do Rio Ibicui, o qual limita a área a nordeste e é afluente do Rio Uruguai. O Rio Ibirapuitã atravessa a área pesquisada numa direção preferencial SE-NW, com uma extensão de aproximadamente 117 km. Todo este segmento do Rio Ibirapuitã corre entre as curvas de nível que representam as altitudes de 60 m e 80 m, o que resulta numa declividade de 0,17 m/km.

A rede hidrográfica, no geral apresenta-se com o padrão dendrítico. Na zona central da área mapeada (Fig.4.7) pode ser observado que o curso dos Arroios Capivari e Caiboaté tomam uma configuração aproximadamente semicircular, com um raio em torno de 13 km. Schuck e Lisboa (1987) identificaram feições semelhantes em regiões próximas, a sudoeste da área mapeada. Os autores argumentam que o arqueamento se dá pela adaptação da drenagem a duas direções tectônicas preferenciais.

A densidade de drenagem revelou uma distribuição em relação às litologias inversa daquela que se esperava, pois, teoricamente, as áreas com cobertura basáltica deveriam apresentar índices de densidade de drenagem maiores do que nas áreas areníticas. Recomenda-se estudos específicos para explicar esta anomalia. Os índices de densidade de drenagem são apresentados na tabela 4.2.

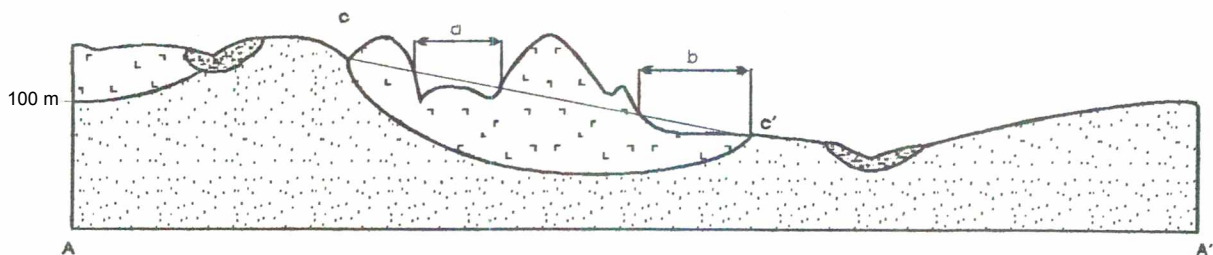


FIG. 4.5 PERFIL GEOLÓGICO A-A' COM DIREÇÃO N49 E (ANEXO 6).

NOTA-SE QUE OS SEGMENTOS *a* e *b* NÃO REVELAM O ARENITO EM SUPERFÍCIE
O SEGMENTO C-C' ESTARIA REPRESENTANDO UM CONTATO PLANAR MERGULHANTE

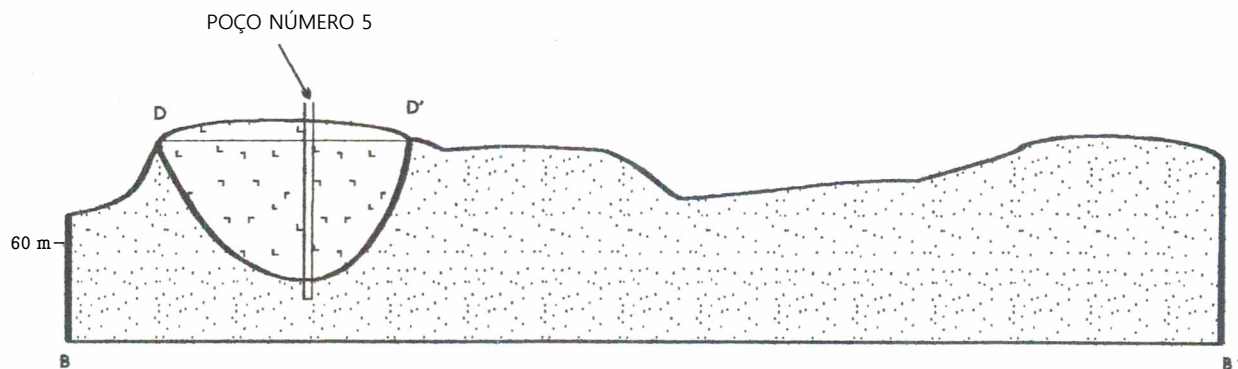





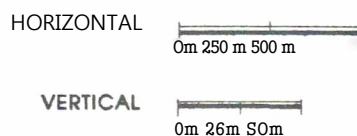
FIG. 4.6 PERFIL GEOLÓGICO B - B' COM DIREÇÃO N30° E (ANEXO 6)

NOTA-SE QUE O POÇO NÚMERO 5 ATINGIU A FORMAÇÃO BOTUCATU BEM ABAIXO
DE UM PROVÁVEL CONTATO PLANAR, REPRESENTADO PELO SEGMENTO D - D'.

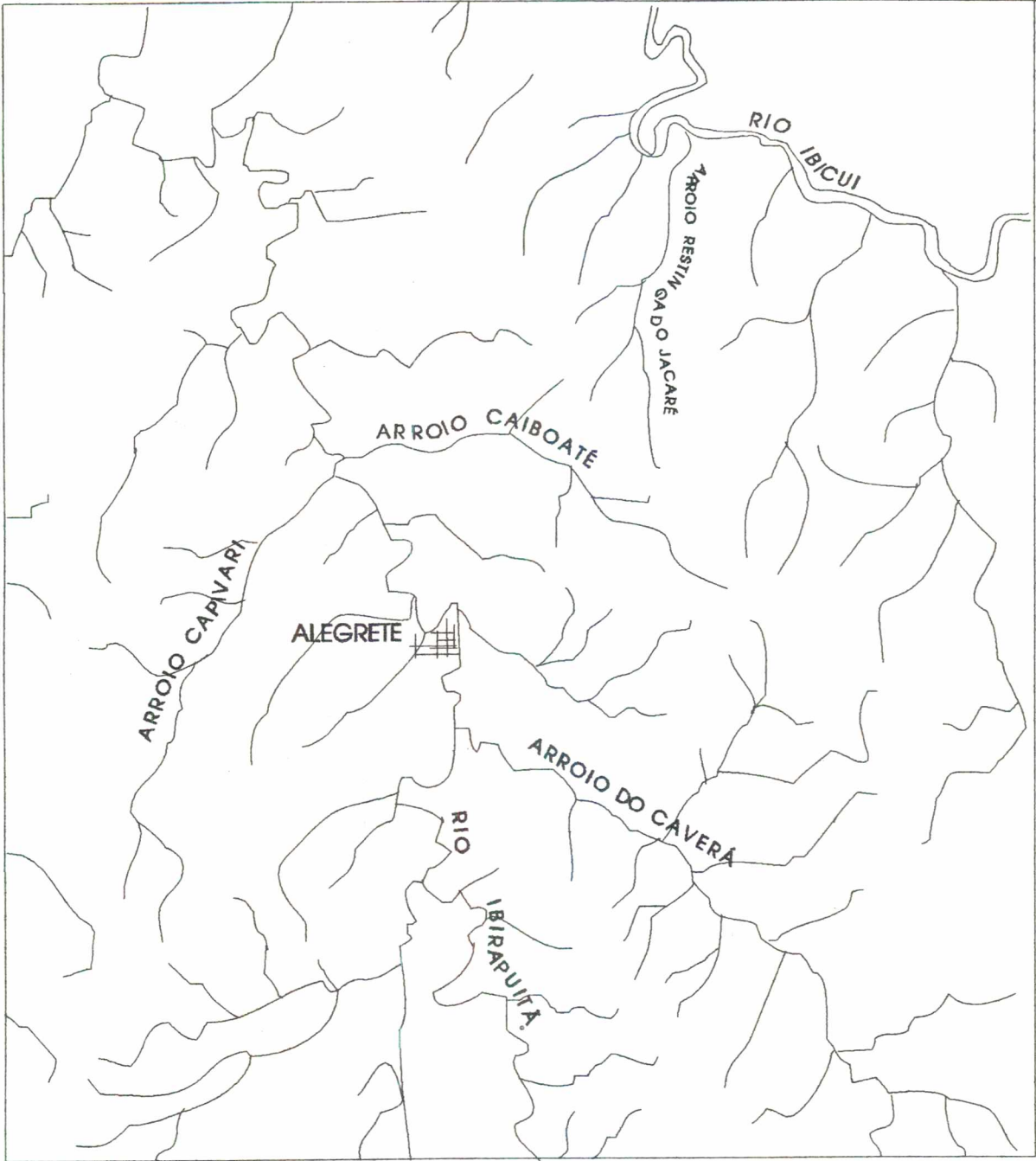
LEGENDA

-  BASALTOS DA FORMAÇÃO SERRA GERAL
-  ARENITOS DA FORMAÇÃO BOTUCATU
-  DEPÓSITOS ATUAIS E SUBATUAIS

ESCALAS



29°30'



30°
55°30'

56°

FIG. 4.7 MAPA DA DRENAGEM PRINCIPAL NA ÁREA DO TRABALHO

ESCALA

0 km 5 km 10 km



Tab. 4.2 - ÍNDICES DE DENSIDADE DE DRENAGEM
POR LITOLOGIAS

FOLHA	BASALTOS km/km ²	ARENITOS km/ km ²
PASSO NOVO	0, 83	1,05
ARROIO DO CAVERÁ	0, 73	1,42
ALEGRETE	0.82	-.-
RINCÃO DE S. MIGUEL	0, 99	-.-

4.1 - Configuração do topo estrutural do Aquífero Botucatu

O topo da Formação Botucatu, sotoposto aos basaltos, foi delineado a partir das curvas de contorno estrutural. Chegou-se ao atual modelo em função de algumas evidências tais como:

Os perfis geológicos traçados a partir dos mapas revelaram mergulhos convergentes para o centro da área mapeada, configurando urna forma semicircular, com um declive muito pequeno; o ângulo de mergulho máximo detectado foi de 1° 30'.

O próprio contato em superfície entre as Formações Botucatu e Serra Geral revela uma configuração semicircular na parte Leste da área; esta configuração tem continuidade, também com forma semicircular formada pelo curso dos Arroios Capivari e Caiboaté a Norte e Noroeste, como se completasse a estrutura.

Ocorrem formas circulares em outras estruturas na região, dentre elas o lendário Cerro do Jarau a Sudoeste e o Domo de Itu a Noroeste. O Domo de Itu apresenta forma quase circular, com eixo levemente maior na direção

noroeste e foi reconhecido através da análise de drenagem (Carraro et al., 1972).

Os dados dos poços revelam que os locais de menor altitude do topo da Formação Botucatu, em contato com a base da Formação Serra Geral, situam-se no centro da área mapeada. A menor altitude deste contato foi detectada no poço número 15 onde o topo da Formação Botucatu está a 32 metros abaixo do nível do mar. A curva de contorno de menor altitude é a de -20 metros (Anexo 2).

Observam-se duas faixas onde o contato entre as Formações Botucatu e Serra Geral encontra-se em altitudes mais elevadas, uma com direção NE - SW, aproximadamente perpendicular ao Rio Ibicuí, e outra com direção SE - NW.

Nos extremos NW e SW da área considerou-se que o mergulho regional torna-se contínuo, obedecendo aos padrões estruturais gerais da Bacia (Loczy, 1966). Nestes locais da área mapeada, ocorre uma perda no detalhamento, em função da diminuição das fontes de informações de sub-superfície, pois o número de poços nesta região é bem menor. A perfuração de novos poços neste local, possibilitará a revelação de novos detalhes não detectados no presente trabalho.

Considerando-se estas evidências, chegou-se ao conjunto de curvas de contorno estrutural do contato entre as Formações Botucatu e Serra Geral, que também podem ser chamadas de curvas de contorno estrutural do topo da Formação Botucatu (Anexo 5).

As curvas revelam uma feição na forma de um "anfiteatro", com abertura para Oeste e um pequeno declive que não ultrapassa 3°, mesmo nas zonas de maior declividade. Esta depressão suave foi totalmente preenchida pelas lavas da Formação Serra Geral (Anexo 5).

Sob o aspecto evolutivo, tudo indica que as lavas "espraiaram-se" ao longo do flanco sudoeste do arco do Rio Grande, inicialmente ocupando as depressões, até preencher a feição proposta. Este modelo explica também a forma cóncava do contato entre a Formação Botucatu e a Formação Serra Geral. Nos locais mais baixos desta estrutura encontra-se o maior número de derrames, assim como o maior número de intertrápicos.

É provável que a estrutura originou-se a partir da cobertura do paleo-relevo por lavas, pois tanto as evidências de superfície como os de sub-superfície apontam para uma estabilidade tectónica, pelo menos, diante da escala no qual o presente trabalho foi executado.

Apenas três poços mostraram-se anômalos em relação às curvas de contorno: o poço de número 14 onde a altitude do topo da Formação está acima daquele previsto pelas curvas; este arenito pode tratar-se de um intertrápico, pois este poço é pouco profundo e as características hidráulicas não são compatíveis com o aquífero Botucatu. O poço de número 26, que não atingiu a Formação Botucatu, apesar de chegar a 122 metros abaixo do nível do mar. E o poço número 37, com profundidade final de 153 metros abaixo do nível do mar: estes dois poços, quando plotados na imagem de radar, escala 1:250.000 do projeto RADAN, situam-se em grandes lineamentos regionais, o que poderia sugerir diques ou geoclases de alimentação de lavas.

4.2 Interpretação Hidrogeológica

As informações hidráulicas dos poços são reduzidas e diversificadas e sofreram influência tanto em função do aspecto construtivo, como quanto às técnicas empregadas nos testes de avaliação ou bombeamento. Somente cinco poços

foram completados adequadamente; são os poços de números: 1, 33, 34, 35 e 44. Estes poços são totalmente penetrantes na Formação Botucatu e foram testados de forma adequada. Os demais foram testados de forma incorreta, utilizando-se de caçambas ou compressores, ou mesmo com tempo de bombeamento insuficiente, porém, em todos estes poços o nível estático foi medido, e utilizando-se deste nível estático traçou-se as curvas isopotenciométricas (Anexo 4) .

Observando-se os poços da área nota-se a ocorrência de semi-artesianismo, pois nenhum dos poços apresentou surgência. Trinta poços (63,8%), apresentaram nível estático com profundidade inferior a 20 m. Dezesesseis poços têm nível estático abaixo dos 20 m, e um poço é totalmente seco.

Os poços com nível estático mais profundo são aqueles situados nos pontos mais elevados da área mapeada. O poço número 44 apresenta a maior profundidade do nível estático (65m), e está situado a 160 m de altitude. Este poço é totalmente penetrante, atravessando 55 m da Formação Botucatu. O poço número 44 é o único anômalo em relação às curvas isopotenciométricas, ou seja, a altitude do nível estático deste poço deveria estar acima de 140 m e não a 95 m como ele se apresenta (Anexo 3).

O intervalo de nível estático predominante está entre as altitudes de 81 m a 120 m, com trinta e quatro poços compreendidos neste intervalo (Tab.4.3). A altitude mais elevada do nível estático está no poço número 43 com 146 m, porém este poço não atingiu a Formação Botucatu, e pelo rebaixamento que o mesmo apresenta, pode se supor, que este poço não tenha ligação hidráulica com o Aquífero Botucatu.

Tab. 4.3 DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS POR
INTERVALO DAS CURVAS

INTERVALO ENTRE AS CURVAS (m)			QUANTIDADE DE POÇOS
61	a	80	5
81	a	100	22
101	a	120	12
121	a	140	6
141	a	160	1
poço seco			1
TOTAL			47

É importante salientar que a maioria dos poços, principalmente aqueles perfurados pela CEMAPA, têm a finalidade de atender pequenas propriedades rurais, com poucos recursos financeiros e pequena demanda de água. Porém, se completados e desenvolvidas adequadamente, estes mesmos poços poderiam apresentar vazões bem superiores àquelas representadas nos testes, pois quatro poços com vazões de 5.000 litros por hora tiveram rebaixamento zero e um com 4.000 litros de vazão por hora também apresentou rebaixamento zero, mesmo com testes fora das especificações, podendo-se portanto estimar que a potencialidade destes poços é bem maior (anexo 4).

O mapa isopotenciométrico mostra três divisores de águas bem definidos. Dois apresentam altitudes máximas de 100 metros e têm direção preferencial noroeste, sendo aproximadamente paralelos entre si e paralelos à calha do Arroio do Caverá, que os separa. O fluxo da água dá-se no sentido dos divisores para o arroio, o que contribuiu para a perenização do mesmo. O divisor que está à margem direita do Arroio do Caverá tem continuidade até o extremo noroeste da área mapeada. O terceiro divisor apresenta maiores altitudes, chegando a 140 metros e situa-se a sudoeste, com direção preferencial para nordeste. O Rio Ibirapuitã separa este divisor daquele situado à margem esquerda do Arroio do Caverá.

Outros divisores menores também foram detectados, porém são de pequeno porte ou constituem ramificações dos principais. A cidade de Alegrete está situada sobre um divisor (Anexo 4).

A rede de fluxo da água subterrânea foi traçada no mapa do curvas isopotenciométricas. A rede de fluxo dá indícios de que a drenagem superficial é efluente, ou seja o aquífero alimenta a drenagem de superfície (Anexo 4).

4.3 Interpretação Hidrogeoquímica

A interpretação hidrogeoquímica foi efetuada apenas naqueles poços que já possuíam análises químicas de suas águas, aplicando-se o diagrama de Piper conforme proposto por Custódio e Llamas (1976), e a partir das tabelas 3.3 e 3.4 foram calculados os miliequivalentes por litro (meq/litro), apresentados na tabela 4.4.

Tab. 4.4 CÁLCULO EM MILIEQUIVALENTE GRAMA/LITRO
DAS ÁGUAS, NA ÁREA DE ALEGRETE (meq/l)

POÇO N°	CÁTIONS			ÂNIONS		
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ + K ⁺	HCO-T	SO ₄ ~~	Cl"
18	2, 965	1,497	0, 935	4, 803	0, 167	0, 391
19	2,750	0,362	0,765	3, 600	0, 073	0,408
20	1, 815	0, 304	0, 448	2, 500	0, 185	0,222
21	2, 345	1,020	0,756	4,059	0,208	0,437
24	2, 735	0, 304	0, 974	3,200	0, 094	0, 082
29	1,230	1,102	0,748	2, 680	zero	0,101
32	1, 340	0,518	zero	2,197	0,077	0,451
33	0, 689	0,255	0,296	1, 370	zero	0, 080
34	0, 661	0,304	0, 607	1,369	0, 343	0, 052
35	0, 486	0,238	0, 421	0,967	zero	0, 090

Fonte: tabelas 3.3 e 3.4

O diagrama de Piper revelou que a água subterrânea da área estudada é classificada como essencialmente bicarbonatada cálcica. Os valores de bicarbonatos são superiores a 80% (Fig 4.8); excetuando-se a água do poço número 34 (Tab. 4.5).

Tab. 4.5

PERCENTUAIS DOS MILIEQUIVALENTE

(% meq/l)

POÇO N ^o	CÁTIONS			ÂNIONS		
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ + K ⁺	HCOT	SO ₄ ^{''}	Cl [']
18	55, 0	24, 7	17, 3	89, 6	3, 1	7, 3
19	70, 9	9, 4	19, 7	88, 2	1, 8	10, 0
20	70, 7	11, 8	17, 5	86, 0	6, 4	7, 6
21	56, 9	24, 8	18, 3	86, 3	4, 4	9, 3
24	68, 1	7, 6	24, 3	94, 8	2, 8	2, 4
29	39, 9	35, 8	24, 3	96, 4	zero	3, 6
32	72, 1	27, 9	zero	80, 6	2, 8	16, 6
33	55, 5	20, 6	23, 9	94, 5	zero	5, 5
34	42, 1	19, 3	38, 6	77, 6	19, 4	3, 0
35	42, 6	20, 7	36, 7	91, 5	zero	8, 5

Fonte : dados da tabela 4.4.

A relação em miliequivalentegrama de Cl^-/HCO_3^- é um indicador de fluxo da água subterrânea, já que o valor desta relação aumenta no sentido do fluxo da água subterrânea (Custódio e Llamas, 1976); esses autores utilizam a letra "r" como simbologia para designar os valores em miliequivalente/litro. Este indicativo de fluxo, ainda que restrito a uma pequena área, foi utilizado para reforçar a interpretação das curvas isopotenciométricas e linhas preferenciais de fluxo (Tab. 4.6).

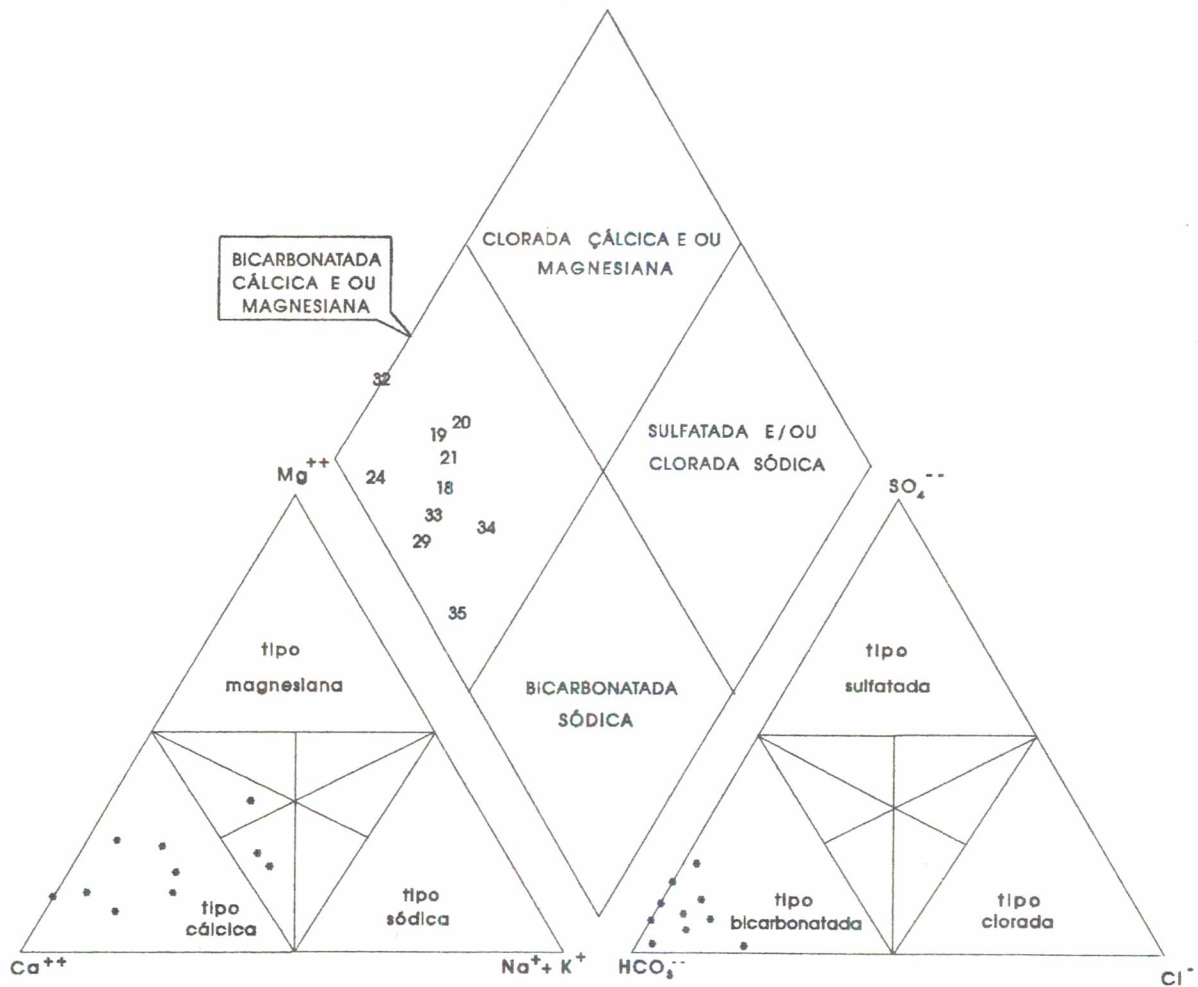


FIG 4.8 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS SEGUNDO DIAGRAMA DE PIPER
FONTTE: CUSTÓDIO E LLAMAS (1976)

LEGENDA

- POSIÇÃO DA ÁGUA DOS POÇOS COM RELAÇÃO AOS CÁTIONS E ÂNIONS

Informações originadas a partir da tabela 4.5, valores em meq/litro

21 NÚMERO DO POÇO E LOCAL DE SUA CLASSIFICAÇÃO NO DIAGRAMA

Tab. 4.6
 RELAÇÃO $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ EM MILIEQUIVALENTE GRAMA
 $\text{rCl}^-/\text{rHCO}_3^-$

POÇO N°	rHCO_3^-	rCl^-	$\text{rCl}^-/\text{rHCO}_3^-$
18	4, 803	0,391	0, 081
19	3, 600	0, 408	0,113
20	2, 500	0,222	0, 091
21	4, 059	0, 437	0, 107
24	3,200	0,082	0, 025
29	2, 680	0,101	0, 041
32	2, 197	0,451	0,205
33	1,370	0, 080	0, 058
34	1,369	0, 052	0, 038
35	0, 967	0,090	0,093

Na área estudada, o fluxo da água subterrânea, determinado através da relação hidrogeoquímica, é concordante com a rede de fluxo determinada pelas curvas isopotenciométricas. Ou seja, aumenta do poço número 24 na direção do poço número 19, passando pelo poço número 20. As anomalias detectadas nos poços de números 33, 34 e 35 podem ter duas explicações:

A primeira seria em função de que os mesmos atingiram a Formação Rosário do Sul, sotoposta à Formação Botucatu, incrementado-os com água quimicamente diferente. Dentre os poços com análise química, esses poços são os únicos que atingem a Formação Rosário do Sul.

A segunda, e mais provável, deve-se ao fato de que estes poços tenham sido revestidos no intervalo correspondente às litologias basálticas. Este procedimento é pouco comum por razões econômicas, pois os basaltos oferecem resistência mecânica suficiente para a segurança do poço mesmo sem o revestimento; desta forma o

revestimento destes intervalos implicaria em custos adicionais. Em razão disto, normalmente estes intervalos não são revestidos. Os poços em questão, foram construídos de forma criteriosa, por serem parte de um projeto de estudos da SUDESUL, daí a utilização do revestimento neste intervalo. Assim a água extraída destes poços é proveniente exclusivamente da Formação Botucatu.

A água extraída do sistema aquífero Botucatu/Serra Geral deverá apresentar uma composição química mais rica em bicarbonato de cálcio, pois os basaltos são mais sujeitos ao intemperismo do que os arenitos, e são rochas com teores de cálcio elevados. Os íons bicarbonato são predominantes nas proximidades da fonte de recarga (Custódio e Llamas, 1976) . Como as demais análises são de águas provenientes deste sistema formado pelos aquíferos Botucatu e Serra Geral, naturalmente será mais rica neste elementos.

O mapa com os diagramas de Stiff, mostra a representação gráfica das composições químicas das águas e a sua relação espacial, desta forma visualiza-se a anomalia química dos poços da SUDESUL (Fig. 4.9).

Junto à simbologia que representa os diagramas de Stiff colocou-se em valores numéricos, no lado superior esquerdo da figura, a relação de $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$, para melhor se visualizar o sentido do fluxo da água subterrânea.

4.4 Utilização dos Recursos Hídricos

Ao se examinar a documentação dos poços são identificados os diversos usos da água subterrânea. Dentre os estudados, 25 poços foram perfurados para uso doméstico, incluindo-se neste grupo a utilização da água para dessedentação de animais e irrigação de pequenas hortas de

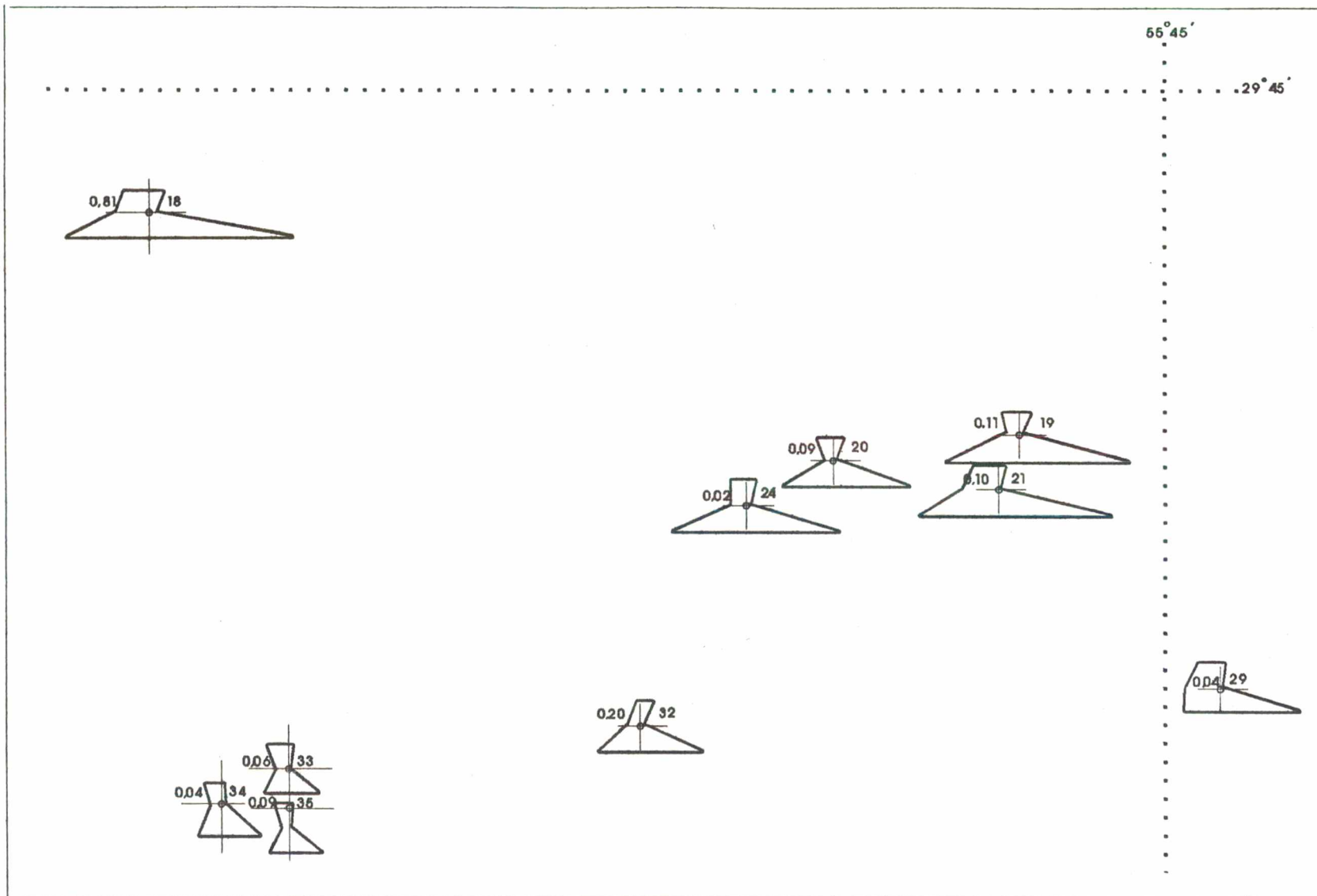


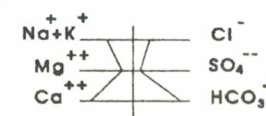
FIG. 4.9 MAPA COM OS DIAGRAMAS DE STIFF


 POSIÇÃO DO POÇO

LEGENDA

VALOR DA RELAÇÃO $r_{Cl^-}/r_{HCO_3^{--}}$ 0.09 20 NÚMERO DO POÇO


ESCALA 1 meq = 5 mm



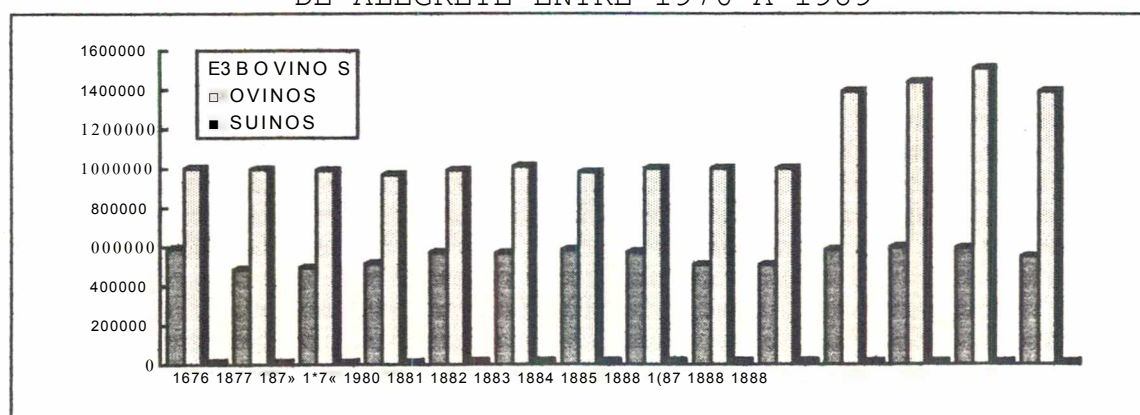
HORIZONTAL
0 m 500 m 1000 m

subsistência, com demandas em torno de 5.000 litros por hora. Em segundo lugar, destaca-se o abastecimento público, com 11 poços destinados a abastecer a rede pública do município; inclui-se neste grupo um poço da Universidade Federal de Santa Maria que abastece a Escola Agrícola daquela Instituição Federal. As vazões variam em torno de 50.000 litros por hora. Os poços destinados à irrigação de arroz são em número de 7 e necessitam de grandes vazões, superiores a 100.000 litros por hora. E foram considerados como poços para fins comerciais aqueles perfurados em cooperativas, postos de gasolina e frigoríficos; estes totalizaram 4 poços e a vazão entre esses poços é bastante variável.

Os usos em geral dos recursos hídricos, tanto de superfície como subterrâneos estão ligados diretamente ao crescimento populacional e à produtividade agro-industrial do município. Nota-se que a atividade que mais cresceu foi a cultura do arroz irrigado, e sabe-se que esta é uma das culturas que mais se utiliza dos recursos hídricos.

A produção na pecuária permaneceu praticamente constante, com pequenas variações sazonais, sendo que o rebanho de ovinos foi o que apresentou um crescimento relativo. O gráfico construído a partir dos dados da tabela 3.5 ilustra melhor essa variação (Fig.4.10).

Fig. 4.10 EVOLUÇÃO DOS REBANHOS NO MUNICÍPIO DE ALEGRETE ENTRE 1976 A 1989



Fonte: Tab. 3.6

A produção agrícola apresenta maiores variações. Nota-se um considerável aumento na cultura de arroz, com uma área cultivada que passa de 15.560 hectares para 42.000 hectares. Alguns dados interessantes podem ser observados: As tabelas 3.6 e 3.7 mostram a variação na produção das principais culturas do município e respectivamente as suas áreas; a partir destas tabelas elaborou-se a tabela 4.1. que mostra a produtividade, expressa pelo quociente entre a produção e a área cultivada.

Tab. 4.7 PRODUTIVIDADE DAS PRINCIPAIS CULTURAS
DO MUNICÍPIO DE ALEGRETE

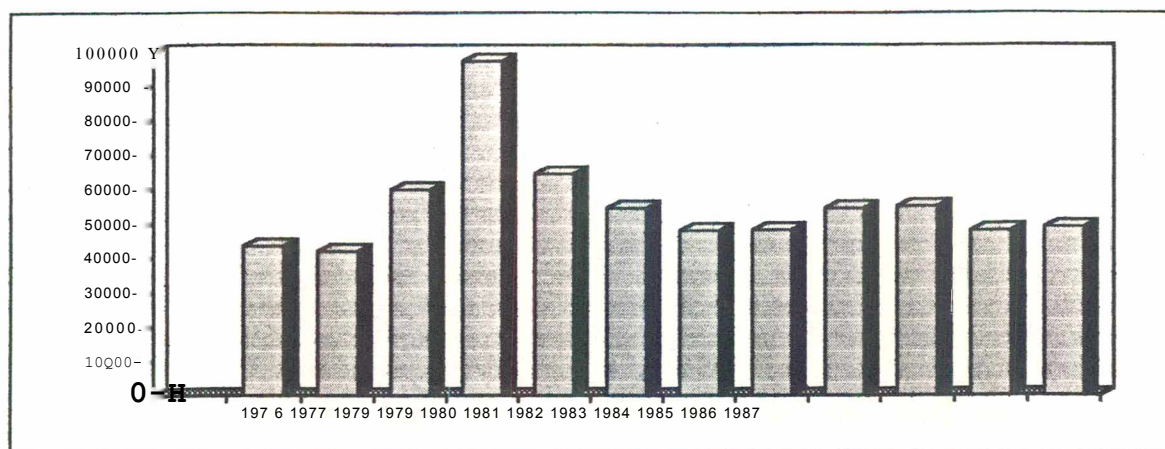
ANO	ARROZ (prod, t/ha)	SOJA (prod, t/ha)	TRIGO (prod, t/ha)	ÁREA TOTAL (ha cultiv.)
1976	3, 77	1, 80	1, 12	43.560
1977	4, 40	1, 50	0, 48	42.000
1978	4, 20	1, 08	1, 20	60.000
1979	5, 00	0, 79	0, 88	97.350
1980	4, 40	1, 30	0, 90	84.537
1981	4, 21	1, 00	1, 19	54.450
1982	3, 48	1, 13	0, 50	48.100
1983	3, 48	1, 56	1, 20	48.300
1984	4, 28	1, 35	1, 20	54.500
1985	4, 40	1, 20	0, 00	55.000
1986	4, 40	0, 84	1, 27	47.965
1987	4, 50	1, 38	1, 56	49.000
1988	5, 00	0, 87	-.-	48.100
1989	3, 16	0, 66	-.-	53.310
1990	-.-	1, 50	-.-	6.500

Fonte: Tabelas 3.7 e 3.8

Com relação às áreas cultivadas, nota-se um aumento considerável, nos anos de 1978, 1979 e 1980; isto deve-se, principalmente, aos incentivos governamentais neste período para a produção de soja ("a corrida da soja")/ (Fig.4.11). De acordo com Souto (1985), os incentivos governamentais associados aos altos preços da soja, no mercado internacional, em meados da década de 70, promoveram uma verdadeira corrida, na conquista de novas áreas agricultáveis.

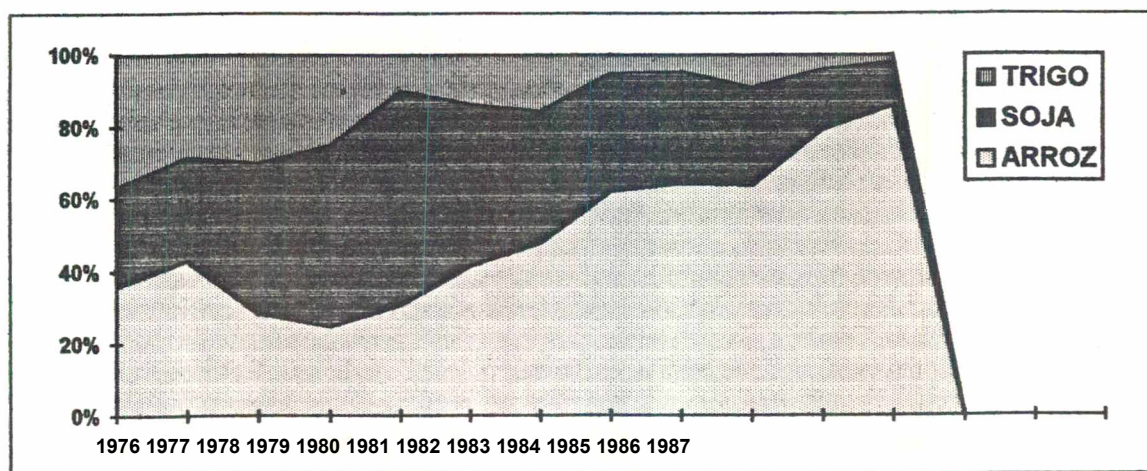
A seguir, a cultura do arroz irrigado, passa gradativamente a tomar o lugar das demais culturas, em área cultivada, principalmente as áreas cultivadas com soja (Fig.4.11). Nos gráficos das figuras 4.11 e 4.12, foram utilizadas as informações até o ano de 1987, Por que nos anos seguintes, as informações são parciais.

Fig. 4.11 VARIAÇÃO DA ÁREA CULTIVADA
NO MUNICÍPIO DE ALEGRETE



Fonte: tabela 4.7

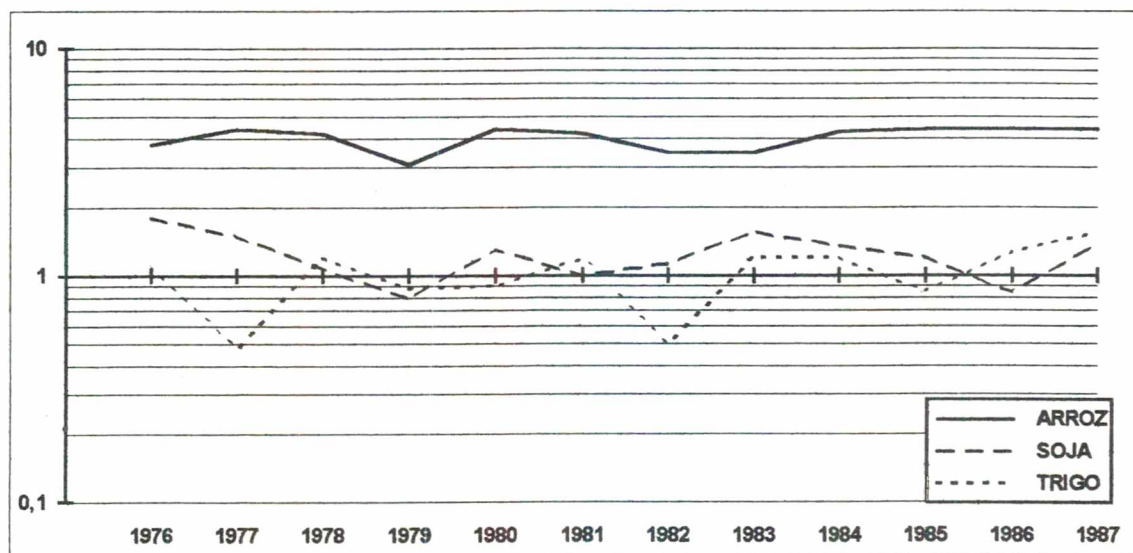
Fig. 4.12 VARIAÇÃO DA ÁREA CULTIVADA
E SUAS RESPECTIVAS CULTURAS (%)



Fonte: Tabela 3.7

É muito provável, que esta mudança de cultura deva-se à diminuição dos incentivos fiscais para a cultura de soja, e a produtividade mais estável do arroz. Tomando-se valores extremos da produtividade de cada cultura, e dividindo-se o maior valor pelo menor, têm-se: a variação do trigo foi de 3,25; a produtividade da soja apresentou uma variação de 2,27, enquanto que o arroz apresentou uma variação de apenas 1,46. Logo, a cultura de arroz, apesar de requerer mais insumos com a irrigação, tem um retorno mais garantido, com safras mais estáveis e maior produtividade. O gráfico elaborado com curvas de dispersão destas culturas, mostra a maior estabilidade, na produtividade do arroz irrigado (Fig.4.13).

Fig. 4.13 CURVAS DE DISPERSÃO NA PRODUTIVIDADE
DAS PRINCIPAIS CULTURAS



Fonte: Tabela 4.7

A produção de arroz naquela região, apresenta algumas peculiaridades, em relação às culturas de arroz de outras regiões. No município de Alegrete o arroz é mais cultivado nos terrenos "dobrados ou coxilhas", termos populares na região, para designar terrenos com elevações de baixa declividade (Fig.4.14). A lâmina d'água é de 15 cm, um

FIG. 4.14
FOTO DE UMA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO
NO MUNICÍPIO DE ALEGRETE

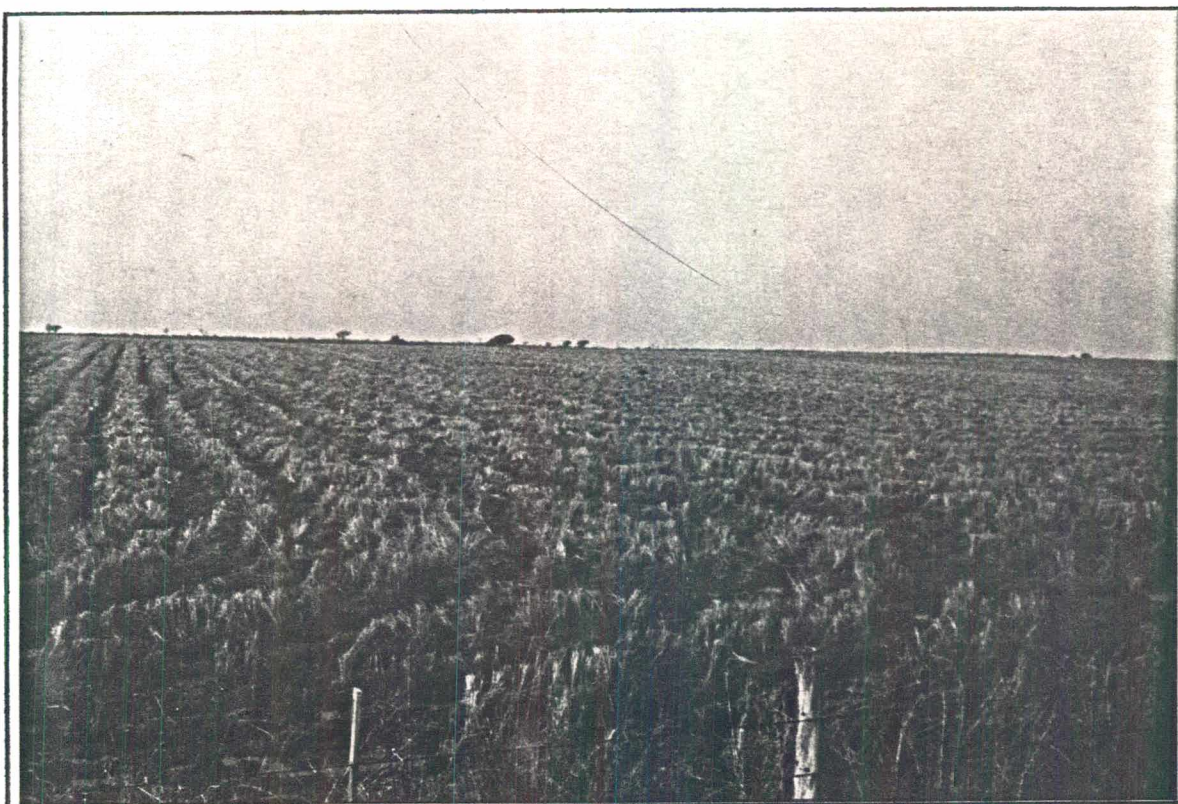


FIG. 4.14 MOSTRA UMA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO APÓS
A COLHEITA É POSSÍVEL NOTAR QUE AINDA HÁ
ÁGUA NA PARTE BAIXA DO TERRENO, EM LEVE
ACLIVE.

pouco menor que a média, que é de 20 cm/ o período de irrigação é de 90 dias, considerando as perdas por infiltração, evaporação, e ganhos por precipitação durante este período, a média é de 20.000 m³/ha, nos 90 dias de irrigação. O agricultor, dá preferência aos terrenos com solo de origem basáltica, aos originados pelo arenito. Os solos basálticos são mais argilosos, possuem maior fertilidade, e são menos permeáveis que os solos provenientes dos arenitos.

A utilização de defensivos é de pequena intensidade, tendo em vista as características dessa cultura: O terreno tem alguma declividade, e como após a colheita, a área cultivada é drenada, quando então recebe o gado (Fig. 4.15). A vegetação de terrenos alagados, concorrentes do arroz, assim como os insetos, não encontram ambiente favorável, dificultando assim, o fechamento dos respectivos ciclos biológicos. No plantio seguinte, o terreno encontra-se livre das chamadas "pragas". Quando utilizados, os defensivos, são à base de piretróides e são utilizados em pequena escala. Os dados sobre a cultura de arroz foram obtidos na Cooperativa Agrícola de Alegrete, através do engenheiro agrônomo Moacir Barnabé Santos (informação verbal).

Considerando-se os valores acima conclui-se que: Uma lâmina d'água de 15 cm ou, ou 0,15 m, multiplicando-se por 1 ha, ou 10.000 m², tem-se um volume de 1.500 m³/ha; volume de água necessário para inundar a área cultivada. Como o consumo é de 20.000/ha durante 90 dias, subtraindo-se o volume utilizado na inundação (1.500 m³) têm-se 18.500 m³/ha em 90 dias, dividindo-se pelos 90 dias chega-se a 205,5 m³/ha/dia, o que representa uma média do volume d'água que se perde por evapotranspiração e por infiltração, mais aquele que se ganha por precipitações ocasionais, deve ficar evidenciado, que este é um valor médio no período do plantio, e pode sofrer variações nos períodos de maior ou de menor intensidade de chuvas.

FIG. 4.15
FOTO DE UMA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO
NO MUNICÍPIO DE ALEGRETE



FIG.4.15 MOSTRA QUE APÓS A COLHEITA DO ARROZ, A ÁREA
É UTILIZADA COMO PASTAGEM. PODE SER OBSERVADO
O TERRENO 'DOBRADO' E UM AÇUDE, RESERVATÓRIO
DE ÁGUA PARA A LAVOURA E PARA O REBANHO.

Considerando-se um poço que produza 100 m³/hora, dará uma produção de 2.400 m³ dia, o suficiente apenas para uma lavoura com aproximadamente 12 ha, só para a manutenção, sem contar com a demanda inicial para a inundação da área. Estes dados revelam, que o uso da a água subterrânea, para irrigação de lavouras de arroz, é insuficiente, devendo haver reservas de água superficiais; mais ainda, nos primeiros dias da irrigação.

Os dados da tabela 3.7, mostram que a área cultivada com arroz irrigado em 1.989 foi de 41.000 ha; a 20.000 m³/ha, atinge uma demanda de 8,2 x 10 m³.^g Através dos dados da tabela 3.8, verificar-se que o total fornecido para abastecimento urbano, neste mesmo período, foi de 5,951 x 10⁹, um valor muito aquém do volume consumido na irrigação de arroz.

4.5 Aplicabilidade dos Mapas de Isolinhas

A utilização do mapa de contorno estrutural do topo da Formação Botucatu, em conjunto com o mapa isopotenciométrico, possibilitará a elaboração de projetos de poços em condições mais próximas da realidade e, em consequência, uma melhor estimativa de custos. Os interessados, em utilizar a água subterrânea, poderão fazer uma estimativa de benefício/custo, para depois definir, se essa é a melhor opção, entre as várias alternativas. Usualmente ocorre a perfuração do poço, antes de uma avaliação consistente, e após o investimento de uma soma de recursos consideráveis, pode-se perceber, que os resultados esperados não foram atingidos. A utilização dos mapas de isolinhas visa, então, minorar esse problema.

Para utilização do mapa de contorno estrutural do topo da Formação Botucatu e do mapa isopotenciométrico, inicialmente, localiza-se a área na qual o poço será perfurado; plota-se então o poço num mapa plani-

altimétrico que contenha as coordenadas geográficas. Deste mapa, extrai-se a altitude do terreno, e as coordenadas geográficas, do ponto previsto para a perfuração do poço.

Num segundo momento, transfere-se este ponto para o mapa de contorno estrutural do topo da Formação Botucatu, através das coordenadas geográficas. Verifica-se a altitude do topo da Formação Botucatu, através das curvas de contorno estrutural. A diferença em metros, entre a altitude da superfície do terreno, e a altitude do topo da Formação Botucatu, representa a espessura a ser perfurada, para se atingir o aquífero. Essa espessura é constituída pelo manto de intemperismo, mais os basaltos. Sabendo-se a profundidade do poço, e as litologias a serem atravessadas, estima-se o custo com a perfuração.

O mesmo procedimento será feito com o mapa de curvas isopotenciométricas, o qual fornece o nível estático do poço; o anexo 3 contém a vazão de teste de alguns poços na região, assim como o rebaixamento que esta vazão proporciona. Correlacionando-se estas variáveis, torna-se possível ter uma estimativa, da altura manométrica a ser bombeada. Conseqüentemente, obtém-se o dimensionamento, e o modelo de bomba necessária para a vazão desejada; pode-se, também, calcular o custo da energia despendida.

O mapa de curvas isopotenciométricas também mostra as zonas preferenciais de fluxo da água subterrânea. Nas áreas onde as linhas de fluxo são convergentes, o potencial do aquífero é maior, e o inverso ocorre, nas áreas de linhas de fluxo divergentes. Conseqüentemente, as áreas preferenciais para a perfuração, são aquelas de fluxo convergentes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sob o aspecto tectónico, a área estudada revela-se tectonicamente estável com mergulhos suaves, que no geral, não ultrapassam a 3°; não foram observados falhamentos na escala do presente trabalho, porém o número de lineamentos é bastante significativo. No geral, estes lineamentos atuam como fator determinante no padrão de drenagem, e proporcionam a interação entre as águas superficiais e as águas subterrâneas do sistema aquífero Botucatu e Serra Geral.

As formações Botucatu e Serra geral, de origem distinta, apresentam um sincronismo em relação à época de formação, o que resultou no interdigitamento das duas litologias, muito bem evidenciado nos chamados "arenitos Intertrápicos".

Na grande maioria os poços não atravessaram mais de 120 m da Formação Serra Geral. As exceções estão localizadas em lineamentos regionais que podem ser resultantes de geoclases ou dutos de extravasamento das lavas.

É muito provável que ocorram dois tipos de fluxo de água subterrânea. Um fluxo superior, que envolve o sistema fraturado da Formação Serra Geral, e o topo da Formação Botucatu, e um fluxo mais profundo, exclusivo da Formação Botucatu. O fluxo superior está representado pelas linhas de fluxo construídas a partir do mapa de curvas isopotenciométricas. Já o fluxo inferior deve acompanhar o mergulho regional. A impossibilidade na determinação do

fluxo inferior está condicionada aos aspectos construtivos dos poços, que não são revestidos no intervalo das litologias basálticas, ocasionando a entrada d'água das fraturas do basalto, ocorrendo então uma mistura das águas dos dois níveis. Esta possibilidade está evidenciada nas características hidroquímicas das águas: os poços números 33, 34 e 35, construídos pela T. JANER para a SUDESUL, revelaram-se anômalos em relação aos demais. Estes poços são os únicos totalmente revestidos no intervalo da Formação Serra Geral, dos quais se possui análises químicas. A figura 4.9, com o diagrama de Stiff, mostra com muita propriedade esta anomalia, assim como o aumento em bicarbonato de cálcio proveniente das litologias basálticas.

A variação nas vazões dos poços deve-se principalmente à espessura da Formação Botucatu atravessada e aos aspectos construtivos, tais como pré-filtros e filtros bem dimensionados. Isto confirma um ditado popular da região: "O poço dá água onde há dinheiro". A realidade é que onde há dinheiro os poços são bem construídos. Muitos poços construídos pela CEMAPA para pequenas propriedades rurais não são sequer avaliados adequadamente, pois os testes são feitos com caçamba e o rebaixamento é zero pois a cada retirada da caçamba o poço recupera o nível dinâmico que fica igual ao nível estático. A consequência disto é que estes poços são sub-utilizados, com vazões muito aquém daquelas em potencial destes poços.

Quimicamente as águas subterrâneas da área mapeada apresentam-se de boa qualidade, tanto para o abastecimento urbano como para a irrigação e desedentação de animais; a presença de carbonatos pode afetar o uso desta água em caldeiras. Quanto aos aspectos bacteriológicos, não foram obtidas informações. No geral as águas foram classificadas como bicarbonatadas cálcicas, com duas amostras bicarbonatadas calco-sódicas e uma bicarbonatada cálcio magnésiana (Fig. 4.8).

A construção e manutenção de açudes faz-se necessária para a utilização na irrigação de arroz, pois somente com a água subterrânea a irrigação fica restrita a uma pequena área. Os açudes constituem-se também importante parcela na recarga do aquífero.

A utilização de áreas com solos de origem basáltica para a cultura de arroz irrigado é ponto favorável no que se refere à proteção da água subterrânea e dos aquíferos, pois estes solos são mais argilosos e praticamente impermeáveis, evitando assim a percolação de produtos químicos como adubos ou defensivos para o subsolo.

As chamadas áreas de risco de desertificação possivelmente podem ocorrer naturalmente; em função da alta permeabilidade dos arenitos, associado ao pequeno declive e ao tipo de vegetação, do tipo gramíneas, esses fatores favorecem a infiltração, e a parte superficial do solo perde umidade rapidamente, isso dá condições para que a erosão eólica seja mais efetiva. A terminologia utilizada é imprópria, porque ambientes desérticos estão necessariamente associados a índices de precipitação, extremamente baixos, o que não ocorre na área em estudo. Esse processo pode ser acelerado pelo mau uso do solo, ou revertido através de técnicas de conservação do solo. O reflorestamento está sendo utilizado para reverter o processo.

Para se atingir o atual estágio deste trabalho passou-se por várias etapas com maior ou menor grau de dificuldade. Uma das dificuldades que deve ser citada foi a obtenção dos dados dos poços, pois apesar da área contar com mais de duzentos poços apenas 47 foram utilizados, em função da carência de informações nos demais. E mesmo os que possuem informações, estas estão documentadas nos mais diversos critérios e dispersas entre várias empresas. A partir desta dificuldade, de reunir e homogeneizar os dados de poços, concluiu-se pela necessidade da elaboração de

normas a serem utilizadas pelos profissionais que atuam na perfuração e exploração da água subterrânea.

Um poço tubular é uma obra de engenharia, e como tal deve ser considerada pelos órgãos fiscalizadores tais como: O governo dos estados; prefeituras e mesmo os CREAs. Estas obras devem ser construídas a partir de um projeto prévio, com um responsável técnico. Após sua conclusão, a documentação, já padronizada, deve ser remetida a uma central de, informações, um banco de dados que poderia ser criado junto às Secretarias de Minas ou similares dos estados.

O principal objetivo de um poço é produzir água, mas para se chegar a este objetivo faz-se necessário atingir o aquífero. A perfuração freqüentemente atravessa várias camadas, as quais contém informações geológicas preciosas para a pesquisa. A pesquisa utiliza-se destas informações e dá um retorno ao campo na forma de novos conhecimentos. Estes possibilitam a utilização de novas tecnologias, ou de tecnologias mais apropriadas.

O conhecimento do aquífero possibilitará melhor aproveitamento do mesmo sem danificá-lo; e identificando-se as áreas de recarga, pode-se evitar a contaminação da água subterrânea.

Torna-se evidente que as áreas de recarga preferencial são aquelas onde a Formação Botucatu está aflorando.. Por este fato, recomenda-se às autoridades municipais especial cuidado quanto à disposição final dos resíduos sólidos, evitando a utilização das áreas de arenitos na construção de aterros sanitários ou similares. Cuidados especiais também deverão ser tomados quanto aos efluentes líquidos, provenientes da rede urbana e das agro-indústrias, pois a descontaminação de aquíferos necessita de muito tempo e tecnologias que envolvem altos investimentos.

Aos perfuradores de poços recomenda-se a utilização dos mapas de isolinhas, assim como a atualização dos mesmos, pois à medida que novas informações surjam, pela perfuração de mais poços na área, os mapas propostos poderão e deverão ser aperfeiçoados. Alerta-se que durante a perfuração podem ocorrer problemas de desmoronamentos nos locais onde a Formação Botucatu apresentar-se mais friável; esse fato pode ser notado pela diminuição brusca no tempo de penetração. Desmoronamentos geralmente causam o aprisionamento da ferramenta durante a perfuração. Para o caso de perfuração a percussão esta deve ser continua durante as vinte e quatro horas, evitando-se grandes paralisações. Já a perfuração rotativa deve utilizar fluidos de perfuração adequados. O revestimento deve ser descido logo após o término da perfuração, e a não utilização de filtros pode causar a perda do equipamento de bombeio e do próprio poço.

Estes são apenas alguns aspectos onde a pesquisa pode auxiliar a atividade de campo. Porém, isto só é possível quando se dispõe de dados confiáveis e acessíveis para que não seja necessária, uma verdadeira peregrinação em busca de informações. Pois somente com a integração entre a pesquisa e o campo poder-se-á praticar a exploração dos recursos naturais de forma sustentável.

6. BIBLIOGRAFIA

ALBRITTON Jr., C.C. 1970. *Filosofia, de la Geologia, México*, Centro Regional de Ayuda Técnica. 438p.

BELLIENI, G., et al. 1984. High-and low-TiO₂ flood basalt from the Paraná plateau (Brasil): petrology and geochemical aspects bearing on their mantle origin. *Neues Jahrbuch Miner Abh*, Stuttgart, 150 (3) : 273-306, Dez.

CARRARO, C.C., et al. 1972. O domo de Ifcu, Porto Alegre, Instituto de Geociências, UFRGS, il.

_____. 1974. *Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Instituto de Geociências da UFRGS. 29p. Escala 1:1.000.000.

CLIMANÁLISE. 1992. *Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. São José dos Campos, SP. INPE/CPTEC- v7(4): p.33, abril.

_____. 1992. *Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. São José dos Campos, SP. INPE/CPTEC. v7(5): p.33, maio.

_____. 1992. *Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. São José dos Campos, SP. INPE/CPTEC. v7(6): p.32, junho.

- _____. 1992. *Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. São José dos Campos, SP. INPE/CPTEC. v7(7): p.31, julho.
- _____. 1992. *Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. São José dos Campos, SP. INPE/CPTEC. v7(8): p.32, agosto.
- _____. 1992. *Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. São José dos Campos, SP. INPE/CPTEC. v7(9): p.33, setembro.
- _____. 1992. *Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. São José dos Campos, SP. INPE/CPTEC. v7(10): p.29, outubro.
- _____. 1992. *Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. São José dos Campos, SP.. INPE/CPTEC. v7(11): p.35, novembro.
- _____. 1992. *Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. São José dos Campos, SP. INPE/CPTEC. v7(12): p.34, dezembro.
- _____. 1993. *Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. São José dos Campos, SP. INPE/CPTEC. v8(1): p.33, janeiro.
- _____. 1993. *Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. São José dos Campos, SP. INPE/CPTEC. v8(2): p.32, fevereiro.
- _____. 1993. *Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. São José dos Campos, SP. INPE/CPTEC. v8(3): p.32, março.

- CORDANI, V.G., VANDOUROS, P. 1967. "Basaltic Rocks of the Paraná Basin". In: BIGARELA, J.J. et al., ed. *Problems in Brazilian Gondwana Geology*, Curitiba, Universidade Federal do Paraná, p. 207-31
- CUSTÓDIO, E., LLAMAS, M.R. 1976. *hidrologia subterrânea*, Barcelona, Omega. 2v.
- FARIA, A. 1974. *Curso de geologia Geral*. São Leopoldo, UNISINOS, 303p.
- FEE.1989. *Municípios do Rio Grande do Sul: dasos sócio-econômicos 1985-87*. Porto Alegre, p.29-30.
- FULFARO. V. J. et ali. 1982. Compartimentação e evolução tectónica da Bacia do Paraná. *Revista brasileira de geociências*, São Paulo, 12 (4): 590-610.
- GARCES, L.N.; ALVAREZ,E.C. 1971. *hidrologia*. São Paulo, Edgard Bücher. 291
- GREHS, S.A.; SZUBERT, E.C. 1971. *Metodologia utilizada na locação de poços-testes no municipio de Alegrete, R.S. Projeto Sudoeste 1*. Porto Alegre, SUDESUL. 18p.
- HAUSMAN, A. 1962. *Aspectos hidrogeológicos das áreas basálticas do Rio Grande do Sul*. s.l., s.ed. Separata de JORNADAS ARGENTINAS,1., Buenos Aires, 1962. Anales.
- _____. 1965. Esboço Hidrogeológico do Rio Grande do Sul. in SEDEGEO, 1., Porto Alegre, 1965. *Trabalhos*. Porto Alegre, Centro Acadêmico dos Estudantes de Geologia da UFRGS.
- _____. s.d. *Providas hidrogeológicas do Rio Grande do Sul* s.l.,s.ed. 27f.

- HOLMES, A. 1962. *Geologia Física*, Barcelona, Omega. 512p.
- ISSLER, R.S. 1970. *O problema dos Toleítos, e Séries Toleíticas e a Série Toleítica da Bacia do Paraná*, UFRGS, Esc. Geol. Bol. 18. Porto Alegre.
- JACKSON, V.N. et al., *Projeto aerogeofísico Camaquã, estado do Rio Grande do Sul*. Dallas, Texas Instruments, Texas Instrumentos do Brasil, 208p.
- KNIJNIK, P.R., CORDANI, V.G. 1974. Texto aplicativo in: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. *Carta do Brasil ao milionésimo; folha de Uruguaiana*, SH 21. Brasília 45p.
- LAHEE Frederic H. 1961. *Field Geology*, 6. ed. New York, McGraw-Hill. 926p.
- LEINZ, V. 1949. Contribuição á geologia dos derrames basálticos no Sul do Brasil. *Boletim da Faculdade de Ciências e Letras*. Universidade de São Paulo, 103 (5) : 1-63.
- LOCZY, L. de. 1966. *Evolução paleogeográfica e geotectónica da Bacia Gonduânica do Paraná e do seu embasamento*. Rio de Janeiro. Departamento Nacional de Produção Mineral. 71p.
- LOCZY. L.; LADEIRA. E. 1976. *Geologia estrutural e introdução a geotectónica*. São Paulo, Edgard Blücher. 527p.
- MILANI E. J., et al. 1990. Bacia do Paraná: Possibilidades Petrolíferas da calha Central *Boletim de Geociências da PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, 4 (1): p.21-34, jan./mar.

- MÔNACO O.A., et al. 1974. Texto explicativo. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. *Carta do Brasil ao Milionésimo/ Folhas Asuncion (EG-21) e folha Curitiba (sg-22)*. Brasilia. 82p.
- MORENO, J.A. 1961. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Secção de Geografia. 42p.
- NORTHFLEET, A. A. 1968. *Interpretação Fotogeológica da Região de Franca*, São Paulo. Ponta Grossa, Petróleo Brasileiro S. A. DESUL. rei. 373.
- NORTHFLEET, A. A., et al. 1969. Reavaliação do dados geológicos da Bacia do Paraná. *Boletim Técnico da PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, 12 (3): 291-346, jul./set.
- PESSOA, M. D., et al. 1980. Províncias hidrogeológicas adotadas para o mapa hidrogeológico do Brasil na escala 1:2.500.000. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrânea, 1. Recife, 1980. *Anais*. Recife.
- PRESOTTO, C.A. et al 1973. *Projeto hidrogeologia da fronteira sudoeste do Rio Grande do Sul; Relatório Final*. Porto Alegre, CPRM. 263p.
- PROJETO RADAMBRASIL. 1986. *Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro. 796p. (Levantamento de Recursos Naturais,33)
- REBOUÇAS, A.C. 1976. *Recursos hídricos da Bacia do Paraná; análise de pré-viabilidade*. São Paulo, USP - Curso de Livre Docência. 143f. Tese Livre Docência.

- _____. 1980. Potencial hidrogeológico da Bacia do Parana - Brasil. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 1./ Recife, 1980. Anais. Recife, p.35-47
- RIO GRANDE DO SUL. Secretariada Indústria e Comércio. 1980. Aspectos Sócio-Econômicos dos Municípios do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p.24.
- _____. Secretariada Indústria e Comércio. 1983. Aspectos sócio-econômicos dos municípios do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p.24.
- _____. Secretariada Indústria e Comércio. 1984/85. Aspectos sócio-econômicos dos municípios do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p.28.
- _____. Secretariada Indústria e Comércio. 1986/87. Aspectos sócio-econômicos dos municípios do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p.28.
- _____. Secretariada Indústria e Comércio. 1991/92. Aspectos sócio-econômicos dos municípios do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p.203.
- SAMBERG, J.R.D. 1980. Estudo hidrogeológico nas províncias litológicas do estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Hidrologia Aplicada. 99f. Dissertação de Mestrado. Hidrologia Aplicada.
- SCHUCK, M.T.G.O.; LISBOA, N.A. 1987. Identificação de padrões estruturais do Grupo São Bento, Quaraí, RS, através da análise de imagens orbitais e sub-orbitais. Pesquisa, Porto Alegre, PROPESP/UFRGS. 30 p5/24.
- SOUTO, R.P. 1985. Desertos uma ameaça. Secretaria do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS.

SUDESUL. 1970. Mapeamento geológico das áreas alternativas de Alegrete, Rosário do Sul e São Francisco de Assis, para escolha de local do projeto nº 1 (p-1) . In: ----- PROJETO SUDOESTE 1. Geologia e hidrogeologia. Porto Alegre, cap. 6.

_____. 1970. Mapeamento preliminar do município de São Pedro do Sul, R. S., Brasil. In ----- Projeto Sudoeste 1. Geologia e Hidrogeologia. Porto Alegre, cap.6.

SUERTEGARAY, D.M.A. 1992. *Deserto Grande do Sul: Controvérsia*. Editora da Universidade/UFRGS, Porto Alegre, RS.

VILLELA, S.M., MATTOS, A. 1977. *Hidrologia Aplicada*. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil LTDA. 245p.

WHITE, I. C. 1908. *Relatório final*, comissão de estudos das minas de carvão de pedra do Brasil. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional. 617p.

WREGE, M.L.D. et al. 1978. hidrodinâmica de aquíferos em derrames de basalto; pesquisa B. In: BORDAS, N.P., coord. *Pesquisa aplicada sobre o uso e conservação dos recursos hídricos do Rio Grande do Sul*, relatório final. Porto Alegre, Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. v.3 e 4.

ANEXO 1 - QUADRO DE IDENTIFICAÇÃO DOS POÇOS NA ÁREA DE
ALEGRETE

POÇO Nº	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	LOCALIDADE FOLHA	PERFURADORA DATA	COD. ORIGINAL OBS.
01	29°29'28" S 56°02'37" W	Estância Colorado Mariana Pinto	CPRM 13-10-83/06-12-83	Al-02-RS ADJACENTE
02	29°33'32" S 55°49'22" W	Rincão de S. Miguel Capivari	COFFI 20-05-73/18-06-73	02 F.: CPRM
03	29°33'48" S 55°46'44" W	Rincão de S. Miguel Capivari	CEMAPA 22-01-86/11-02-86	017/86
04	29°34'09" S 55°46'31" W	Rincão de S. Miguel Capivari	CEMAPA 01-09-82/14-09-82	4879
05	29°37'33" S 55°40'41" W	Palma/Tres Coroas Passo Novo	CEMAPA 04-05-86/30-06-86	093/86
06	29°37'38" S 55°57'11" W	Jacarai capivari	COFFI 26-10-73/16-11-73	04 F.: CPRM
07	29°38'13" S 55°57'57" W	Jacarai capivari	COFFI 20-07-73/05-09-73	01 F.: CPRM
08	29°38'45" S 55°37'10" W	Rincão da Palma Passo Novo	CEMAPA 01-07-82/25-08-82	4850
09	29°40'18" S 56°05'20" W	São João Inhandui	CEMAPA 13-01-86/21-01-86	010/86 adjacente
10	29°43'04" S 55°31'54" W	Colégio Agrícola Passo Novo	T. JANER 12-04-77/29-04-77	J:1740/1 F.: CPRM
11	29°43'07" S 55°50'36" W	Capivari Capivari	CEMAPA 08-08-83/09-09-83	5112
12	29°43'16" S 55°31'51" W	Passo Novo Passo Novo	T. JANER 05-06-72/20-06-72	J:1566/1 F.: CPRM-26-8
13	29°43'30" S 55°58'36" W	Fazenda Cilulia Capivari	T. JANER 22-07-76/ -----	PA 1682/2
14	29°43'57" S 55°51'04" W	Capivari capivari	CEMAPA 03-07-86/20-08-86	134/86
15	29°45'40" S 55°51'54" W	Frigorífico Alegrete	T. JANER 07-12-73/14-03-74	PA 1597 02

ANEXO 1 - QUADRO DE IDENTIFICAÇÃO DOS POÇOS NA ÁREA DE ALEGRETE				
POÇO Nº	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	LOCALIDADE FOLHA	PERFURADORA DATA	COD. ORIGINAL OBS.
16	29°45'42" S 55°43'10" W	CEEE Arroio do Caverá	T. JANER 09-04-75/28-04-75	PA 1649/1
17	29°46'05" S 55°38'08" W	Palma Arroio do Caverá	CEMAPA 20-04-83/20-05-83	5049
18	29°46'32" S 55°46'32" W	6°Reg. de Cavalaria Alegrete	T. JANER 22-10-65/20-02-66	G-317-AG-6 F.: CPRM 37-20
19	29°47'00" S 55°46'00" W	Cidade Alegrete	Sec. Obras Públic. 09-12-63/21-02-64	G-251-AG-5 F.: CPRM 37-23
20	29°47'09" S 55°47'15" W	Cidade Alegrete	T. JANER 12-06-63/16-11-63	G-241-AG-4 F.: CPRM 37-22
21	29°47'18" S 55°46'12" W	Vila Ibirapuitã Alegrete	T. JANER -----61/28-11-61	1358-49 F.: CPRM 37-06
22	29°47'20" S 55°50'31" W	Cor. dos Papagaios Alegrete	CEMAPA 20-08-86/15-09-86	154/86
23	29°47'23" S 55°50'35" W	Cor. dos Papagaios Alegrete	CEMAPA 02-09-85/10-10-85	165/85
24	29°47'24" S 55°47'45" W	Cidade Alegrete	T. JANER 15-03-63/11-06-63	G-222-AG-3 F.: CPRM 37-21
25	29°47'34" S 55°48'00" W	Cidade Alegrete	COFFI 10-09-73/23-10-73	POÇO 05 F.CPRM
26	29°47'40" S 55°44'05" W	Cidade Arroio do Caverá	SOND'ÁGUA ---77/---77	023-1-77 F.: CPRM
27	29°48'15" S 55°44'25" W	Capão do Angico Aroio do Caverá	CEMAPA 15-02-82/04-02-82	4772
28	29°48'22" S 55°48'47" W	SW da Cidade Alegrete	ANTONINHO 10-01-73/20-03-73	POÇO 02 F.: CPRM
29	29°48'25" S 55°44'40" W	V. Capão do Angico Alegrete	T. JANER */ 14-02-62	1382-1 F.: CPRM 38-1
30	29°48'25" S 55°50'56" W	Coxilha Vermelha Alegrete	CEMAPA 12-07-85/31-08-85	120/85
31	29°48'31" S 55°49'02" W	Pedreiras Alegrete	CEMAPA 15-11-84/22-01-85	007/85

CONT. ANEXO 1 - QUADRO DE IDENTIFICAÇÃO DOS POÇOS NA ÁREA DE ALEGRETE				
POÇO Nº	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	LOCALIDADE FOLHA	PERFURADORA DATA	COD. ORIGINAL OBS.
32	29°48'40" S 55°48'36" W	Vila Kennedy Alegrete	CORSAN 19-10-70/12-09-71	G-432-AG-7 F.: CPRM 37-24
33	29°49'00" S 55°51'00" W	Pinheiros Alegrete	T. JANER -----71/---09-71	SUDESUL 02 F.: CPRM 37-02
34	29°49'06" S 55°51'30" W	Pinheiros Alegrete	T. JANER -----71/---11-71	SUDESUL 01 F.: CPRM 37-01
35	29°49'09" S 55°51'00" W	Pinheiros Alegrete	T. JANER -----71/---10-71	SUDESUL 03 F.: CPRM 37-03
36	29°49'46" S 55°50'55" W	Pinheiros Alegrete	COFFI 16-02-73/27-03-73	03 F.: CPRM
37	29°50'00" S 56°04'20" W	Guaçu-Boi Guaçu-boi	SOND'ÁGUA -----/-----83	F.: CPRM ADJACENTE
38	29°52'22" S 55°42'54" W	Catimbau Arroio do Caverá	CEMAPA 18-06-83/21-10-83	5141
39	29°53'05" S 55°52'22" W	Pinheiros Alegrete	CEMAPA 12-02-86/31-03-86	035/86
40	29°53'20" S 56°01'45" W	Guaçu-Boi Guaçu-Boi	SOND'ÁGUA -----/-----83	F. CPRM ADJACENTE
41	29°53'21" S 55°44'20" W	caverá Arroio do Caverá	CEMAPA 08-11-82/16-12-82	4959
42	29°54'05" S 55°44'01" W	caverá Aroio do Caverá	CEMAPA 23-09-82/29-10-82	4917
43	29°54'49" S 56°05'10" W	Guaçu-Boi Guaçu-Boi	COFFI 03-02-73/15-03-73	F. CPRM ADJACENTE
44	29°55'39" S 55°48'09" W	Inhandui Alegrete	CPRM 22-08-83/10-10-83	AL-01-RS F. CPRM
45	30°01'49" S 55°41'07" W	Cerro do Dinheiro Santa Eugênia	CEMAPA 30-05-83/-----83	5080 ADJACENTE
46	30°02'30" S 55°49'25" W	Pai-Passo Pai-Passo	SOND'ÁGUA -----/-----83	F. CPRM ADJACENTE
47	30°03'02" S 55°48'09" W	Pai-Passo Pai-Passo	CEMAPA 21-02-83/13-04-83	5019 ADJACENTE

ANEXO 2 - QUADRO DOS DADOS GEOLÓGICOS DO POÇOS.

NA ÁREA DE ALEGRETE - RS

POÇO N°	ALTIT. B. POÇO (m)	ESP. DO BASALTO (m)	ALTIT. BOTUC. (m)	ESP. DO BOTUC. (m)	N° DE DERRA- MES	N° DE INTER- TRÁP.	ESP. DO INTER. (m) *	OBS
01	105	126	-21	65	6	5	7	
02	98	78 (1)	20 (2)	-. -	3	-. -	-. -	M. DES
03	102	38 (1)	64 (2)	-. -	1	-. -	-. -	P. RAS
04	105	44 (1)	61 (2)	-. -	1	-. -	-. -	P. RAS
05	106	66	43 (2)	-. -	2	-. -	-. -	B. BAS
06	95	40 (1)	55 (2)	-. -	2	-. -	-. -	P. RAS
07	95	52 (1)	43 (2)	-. -	2	-. -	-. -	M. DES
08	105	-. -	83	83 (3)	-. -	-. -	-. -	S. DES
09	121	14	107	9 (3)	1	-. -		P. RAS
10	102	-. -	102 (2)	80 (3)	-. -	-. -	-. -	P. ARN
11	100	47	53	3 (3)	1	-. -	-. -	
12	110	-. -	110	82 (3)	-. -	-. -	-. -	P. ARN
13	143	85	58	122 (3)	2	1	20	
14	110	8	102	35 (3)	1	-. -	-. -	
15	122	154	-32	48	4	3	INDET	2 POÇ
16	110	105	5	24	1	-. -	-. -	
17	140	25	115	24 (3)	1	-. -	-. -	
18	100	109	-9	9 (3)	3	1	8	
19	85	62 (1)	23 (2)	-. -	1 (4)	1	12 (4)	P. RAS
20	100	113	-13	5 (3)	1	-. -	-. -	M. DES
21	100	115	-15	34 (3)	2	1	10	
22	120	32 (1)	88 (2)	-. -	2 (4)	1	2	
23	122	46	76	11 (3)	1	-. -	-. -	
24	98	103	-5	8 (3)	3	1	INDET	
25	110	110	0	10 (3)	4	-. -	-. -	
26	80	202 (1)	-122 (2)	-. -	-. -	-. -	-. -	M. DES
27	100	105	-5	20 (3)	INDET	-. -	-. -	
28	118	60 (1)	58 (2)	-. -	1 (4)	1	30	
29	110	94	16	6 (3)	2	1	16	
30	135	45	90	9 (3)	1	-. -	-. -	

ANEXO 2 - CONTINUAÇÃO - QUADRO DOS DADOS GEOLÓGICOS DO POÇOS
DA ÁREA DE ALEGRETE - RS

POÇO 1 Nº	ALTIT. B. POÇO (m)	ESP. DO BASALTO (m)	ALTIT. BOTUC. (m)	ESP. DO BOTUC. (m)	Nº DE DERRA- MES	Nº DE INTER- TRÂP.	ESP. DO INTER. (m)*	OBS
1	122	84	38	6 (3)	2	1	22	INT S
32	100	87	13	3 (3)	2	1	16	2 POÇ
33	120	30	90	109	2	1	6	
34	135	44	91	84	2	1	-.-	
35	130	44	86	66	2	2	8	
36	150	37 (1)	113 (2)	-.-	2	-.-	-.-	
37	105	258 (1)	-153 (2)	-.-	1 (4)	-.-	-.-	
38	130	15	115	28 (3)	1	-.-	-.-	B. BAS
39	195	68	127	6 (3)	2	-.-	-.-	
4º	105	140	-35	75 (3)	1	-.-	-.-	M. DES
41	143	-.-	143	60 (3)	-.-	-.-	-.-	P. ARN
42	120	-.-	120	64 (3)	-.-	-.-	-.-	P. ARN
43	148	72 (1)	76 (2)	-.-	4	2	2	
44	160	91	69	55	3	2	2	
45	145	30	115	19 (3)	1	1	INDET	
46	145	70	75	80 (3)	1	-.-	-.-	
47	140	47 (1)	93 (2)	-.-	1	-.-	-.-	

* Intertrápico de maior espessura detectado no poço.

(1) Espessura mínima; o poço não atravessou toda a Formação Serra Geral.

(2) A altitude do topo da Formação Botucatu está abaixo do valor tabelado.

(3) Espessura mínima; o poço não atravessou toda a Formação Botucatu.

(4) Número mínimo de derrames.

M. DES - Descrição litológica; incompleta ou deficiente.

S. DES - Sem descrição litológica.

P. RAS - Poço Raso.

P. ARN - Poço perfurado na zona de dominio do arenito

P. BAS - Poço próximo ao contato das Formações Serra Geral e Botucatu.

2 POÇ - Dois poços perfurados no mesmo local.

INT S - Intertrápico na superficie.

ANEXO 3 QUADRO DOS DADOS DA HIDRÁULICA DOS POÇOS

NA ÁREA DE ALEGRETE - RS

J POÇO 1 N°	ALTIT. B. POÇO (m)	NÍVEL ESTÁTICO NE (m)	ALTIT. DO NE (m)	REBAI- XAMENTO (m)	ALTIT. DO ND (m)	VAZÃO (teste) m³/h	CAPACIDADE ESPECÍFICA m³/h/m
01	105	28	77	9	68	75,0	(2) 8,3
02	98	23	75	21	54	14,0	(4) 0,7
03	102	13	89	4	85	5,0	(3) 1,3
04	105	20	85	-.-	-.-	6,0	(3) -.-
05	106	30	76	8	68	2,0	(3) 0,3
06	95	1	94	13	82	3,6	(4) 0,3
07	95	zero	95	9	86	13,4	(4) 1,5
08	105	32	73	8	65	4,0	(3) 0,5
09	121	9	112	2	110	5,0	(3) 2,5
10	102	20	82	22	60	30,0	(2) 1,4
11	100	15	85	3	82	5,0	(3) 1,7
12	110	27	83	3	80	14,9	(4) 5,0
13	143	35	108	37	71	100,0	(2) 2,7
14	110	21	89	5	84	2,0	(3) 0,4
15	122	15	107	23	84	36,0	(2) 1,6
16	110	7	103	29	74	30,5	(2) 1,1
17	140	18	122	14	108	3,5	(3) 0,3
18	100	12	88	16	72	15,8	(4) 1,0
19	85	19	66	12	54	7,5	(4) 0,6
20	100	5	95	12	83	14,4	(4) 1,2
21	100	3	97	6	91	25,0	(5) 4,2
22	120	2	118	zero	118	5,0	(3) -.-
23	122	22	100	zero	100	5,0	(3) -.-
24	98	8	90	3	87	22,6	(4) 7,5
25	110	21	89	7	82	5,2	(4) 0,7
26	80	poço	seco	-.-	-.-	-.-	-.-
27	100	13	87	zero	68	5,0	(3) -.-
28	118	9	109	41	78	1,7	(2) 0,1
29	110	19	91	13	104	17,6	(5) 1,4
30	135	29	106	2	42	4,0	(3) 2,0

ANEXO 3 - CONTINUAÇÃO - QUADRO DOS DADOS DA HIDRÁULICA DOS POÇOS

NA ÁREA DE ALEGRETE - RS

POÇO Nº	ALTIT. B. POÇO (m)	NÍVEL ESTÁTICO NE (m)	ALTIT. DO NE (m)	REBAI- XAMENTO (m)	ALTIT. DO ND (m)	VAZÃO (teste) m³/h	CAPACIDADE ESPECÍFICA m³/h/m
1	122	12	110	68	42	4,8	(3) 0,1
32	100	9	91	16	75	90,6	(5) 5,7
33	120	13	107	4	103	34,5	(2) 8,6
9	135	21	114	11	103	61,2	(1) 5,6
	130	14	116	8	108	51,0	(1) 6,4
36	150	21	129	12	117	1,0	(5) 0,1
37	105	5	100	37	63	9,9	(2) 0,3
38	130	13	117	17	100	3,0	(3) 0,2
39	195	56	139	zero	139	4,0	(3)
40	105	17	88	67	21	28,0	(1) 0,4
41	143	44	99	1	98	4,0	(3) 4,0
42	120	35	85	2	83	4,5	(3) 2,3
43	148	2	146	51	95	2,5	(2) 0,1
44	160	65	95	11	84	45,0	(2) 4,1
45	145	12	133	zero	133	5,0	(3) -.-
46	145	10	135	50	85	60,0	(1) 1,2
47	140	12	128	6	122	3,0	(3) 0,5

(1) Teste efetuado com bomba submersa.

(2) Teste efetuado*com compressor.

(3) Teste feito com caçamba.

(4) Sem informação a respeito do teste.

(5) Teste efetuado com bomba de pistão.

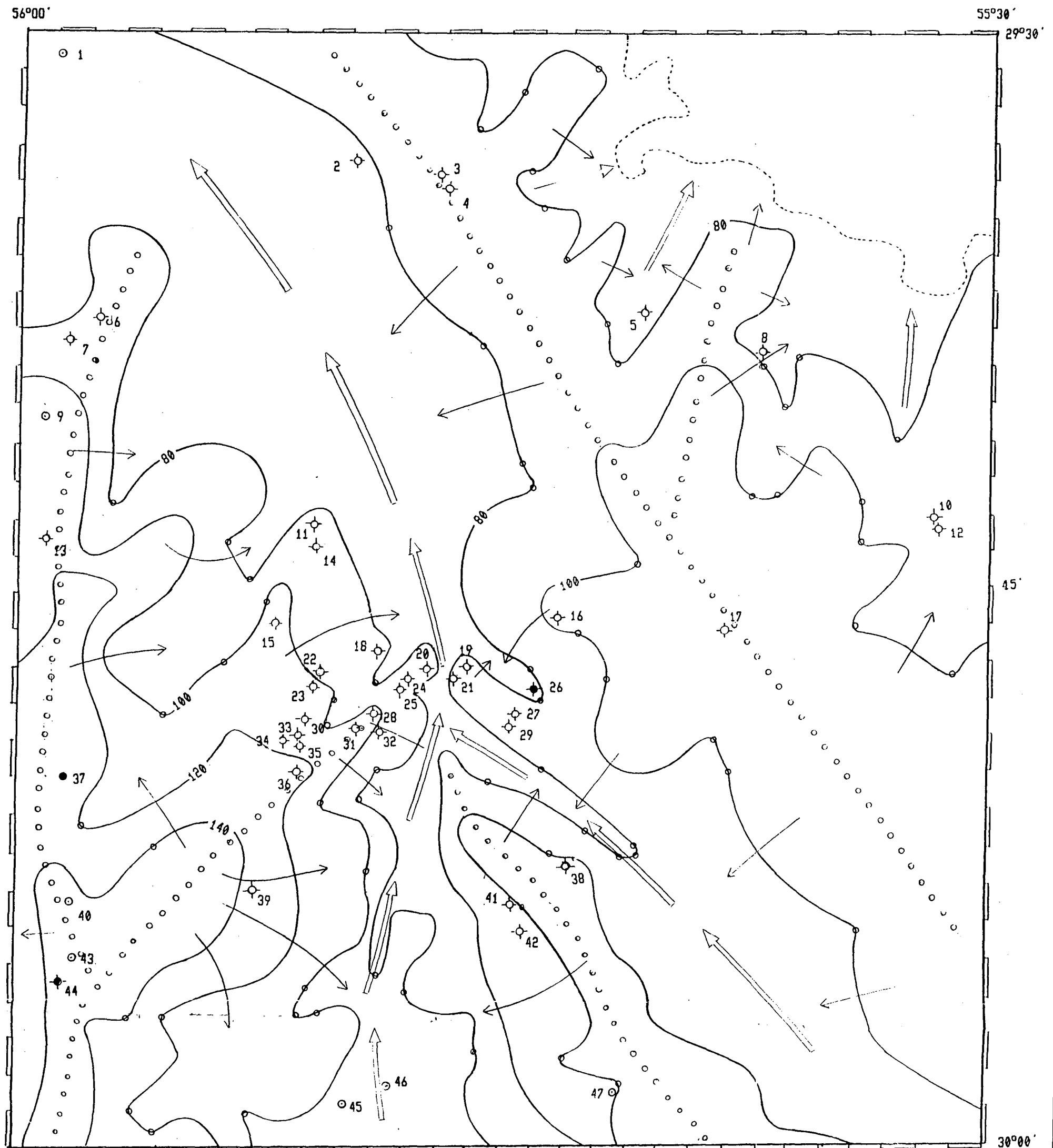
NE - Nivel Estático.

ND - Nivel Dinâmico.

ALT. DO ND - Altitude do Nivel Dinâmico

ALT. B. PO. - Altitude da boca do poço.

ANEXO 4
 MAPA ISOPOTENCIOMÉTRICO DO SISTEMA AQUÍFERO
 DAS FORMAÇÕES BOTUCATU E SERRA GERAL
 NA ÁREA CENTRAL DO MUNICÍPIO DE ALEGRETE



LEGENDA

- ⊙ POÇO NA ÁREA DO TRABALHO
- ⊙* POÇO COM ANOMALIA, NA ÁREA DO TRABALHO
- POÇO ADJACENTE, FORA DA ÁREA DO TRABALHO
- 80— LINHA DE CONTOURNO COM A ALTITUDE EM METROS
- ∩ ÁGUA SUPERFICIAL COTADA
- FLUXO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA
- ○ ○ DIVISOR DE ÁGUAS SUBTERRÂNEA
- EIXO DA DRENAGEM SUPERFICIAL

ESCALA : 1: 200.000

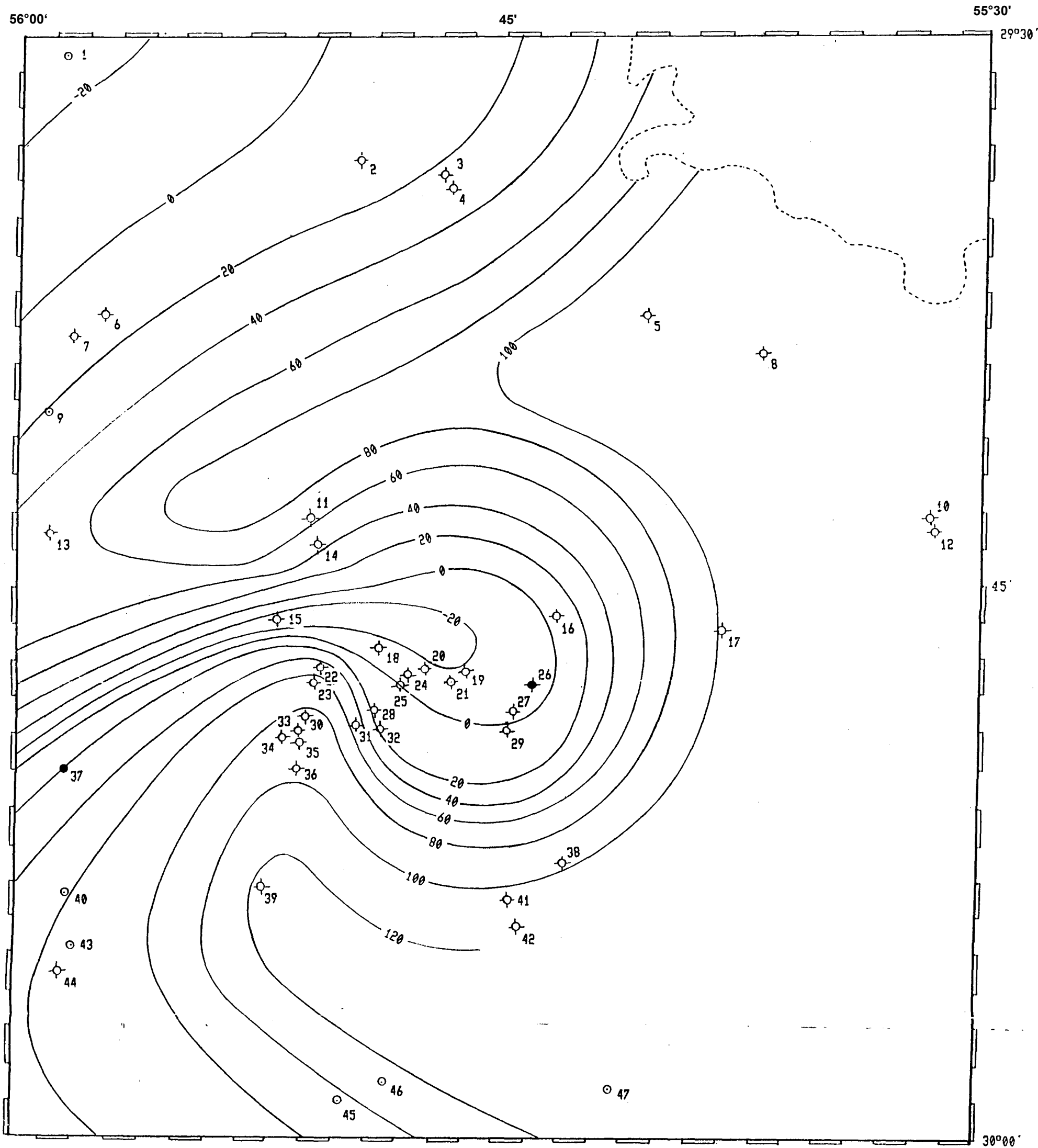
0 km 2 km 4 km 6 km

INTERVALO ENTRE AS CURVAS 20 m

BASE CARTOGRÁFICA:

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO - MINISTÉRIO DO EXÉRCITO

ANEXO 5
MAPA DE CONTOURNO ESTRUTURAL DO
CONTATO ENTRE AS FORMAÇÕES BOTUCATU E SERRA GERAL
NA ÁREA. CENTRAL DO MUNICÍPIO DE ALEGRETE



LEGENDA

- <>-- POÇO NA ÁREA DO TRABALHO
- G POÇO ADJACENTE, FORA DA ÁREA DO TRABALHO
- h POÇO COM ANOMALIA. NA ÁREA DO TRABALHO
- POÇO COM ANOMALIA FORA DA ÁREA DO TRABALHO
- 0 — UNHA DE CONTOURNO COM A ALTITUDE EM METROS

ESCALA: 1:200.000

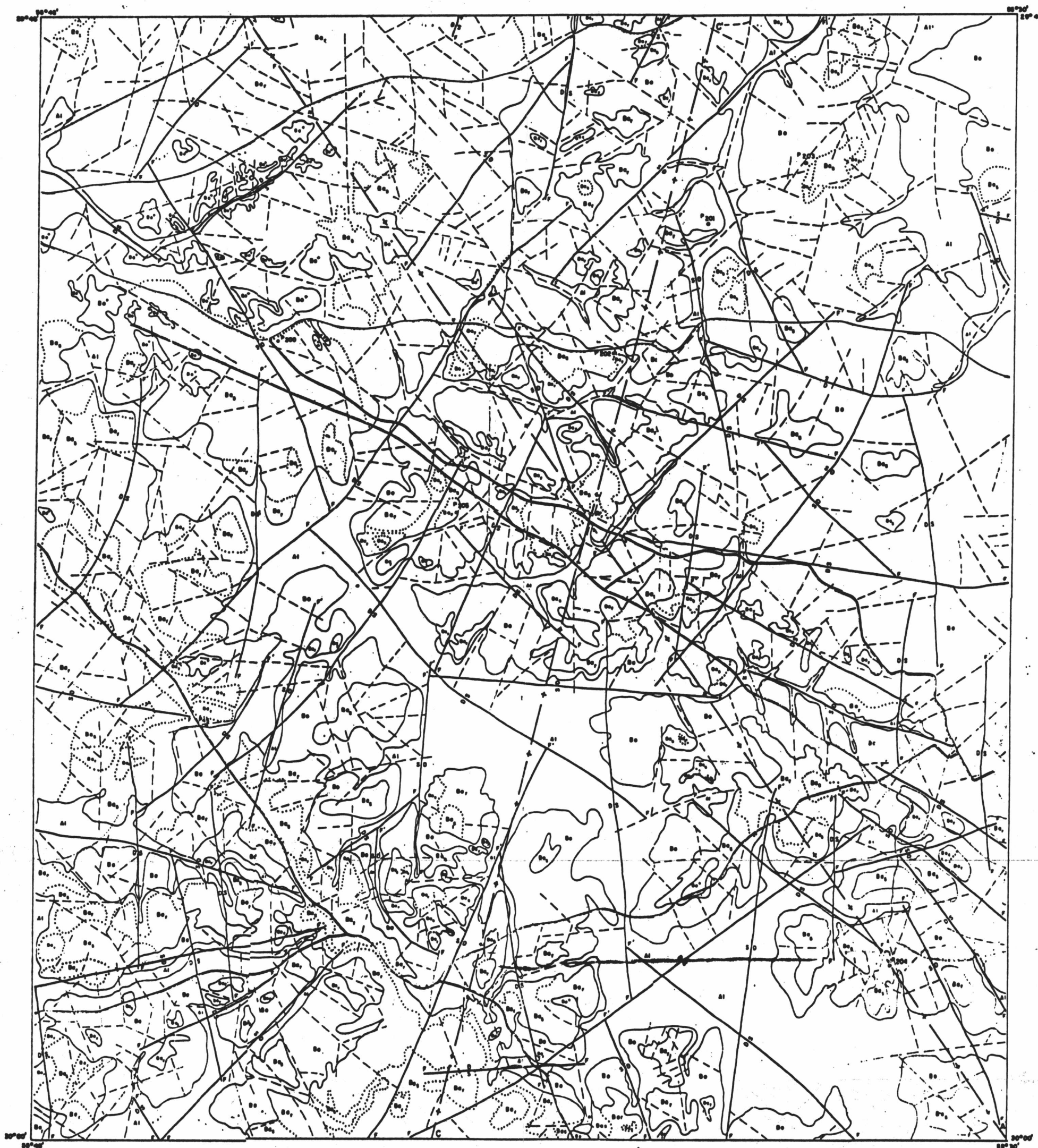
0 km 2 km 4 km » km

INTERVALO ENTRE AS CURVAS 20m

BASE CARTOGRÁFICA:

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO - MINISTÉRIO DO EXÉRCITO

ANEXO 6



LEGENDA

ESCALA 1:100.000



ENCUADRAMENTO DA FOLHA

NAME A. WHEEL	PHONE 5-5555	OLD ADDRESS VIRMA
AL. WHEELER	5-5555 WHEELER	LOCAL 5-5555
5-5555 5-5555	5-5555 5-5555	5-5555 5-5555



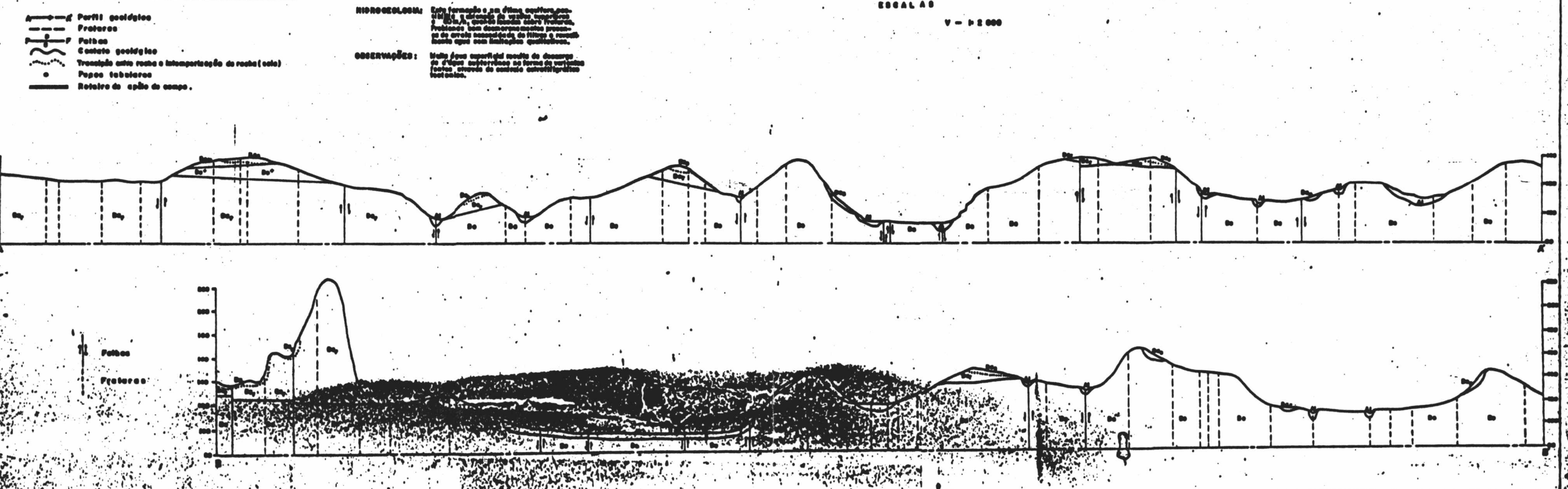
034		PROJETO SUDOESTE 1	
SUDESUL		ARROIO CAVERA (RIO GRANDE DO SUL)	
DEPARTAMENTO GEOLOGICO TANAL		MAPA GEOLOGICO (FOLHAS 2022A E 2022B) A-20	
NR 2	DESD:	DEPARTO	DESD: Paulo Petzold
DESD: D-60 500	DESD:	DEPARTO	DESD: 100000000
			Coord. Geod. e Grav.

001218

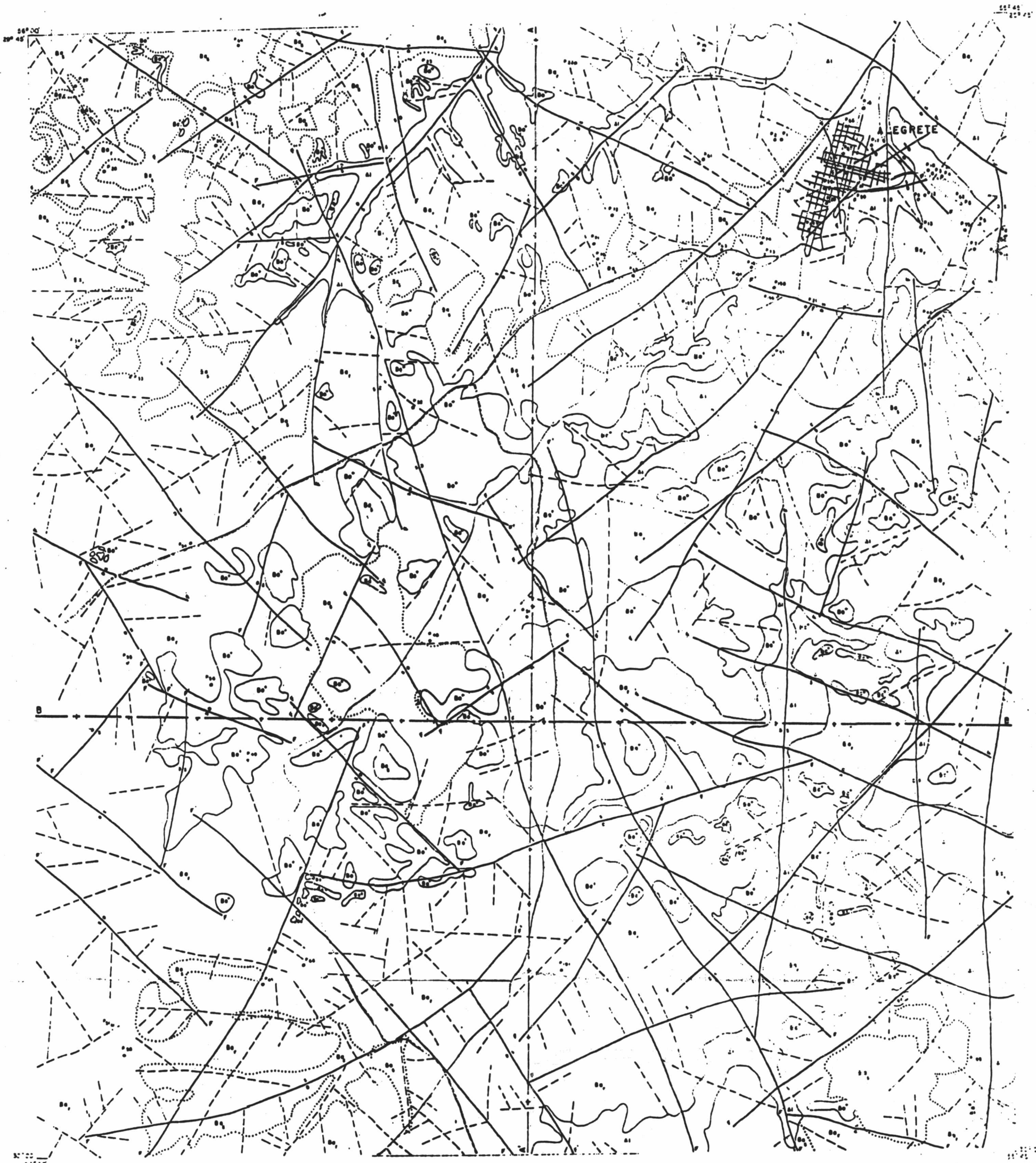
PERFIL GEOLOGICO

U - 1 50 000

ESCALAD
V - 12000



ANEXO 6



LEGENDA

- DEPÓSITOS ATUAIS E SUBATUAIS**
- DEPÓSITO DE ALUVIÃO: Depósito de aluvião recente, formado por areia, silte e argila, com pedregulhos de até 10 cm.
- DEPÓSITO DE AREIA: Depósito de areia, formado por areia de 0,075 a 2 mm.
- DEPÓSITO DE ARGILA: Depósito de argila, formado por argila de 0,002 a 0,075 mm.
- DEPÓSITO DE SILTE: Depósito de silte, formado por silte de 0,075 a 0,002 mm.
- FORMAÇÃO SERRA GERAL**
- FORMAÇÃO SERRA GERAL: Formação geológica composta por arenitos e argilitos, com espessura variável.
- ROCHA DA FORMAÇÃO SERRA GERAL**
- ROCHA DA FORMAÇÃO SERRA GERAL: Rocha formada por arenitos e argilitos, com espessura variável.

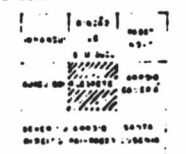
- CONTOURAMENTO**
- CONTOURAMENTO: Contorno da formação geológica, representado por linhas tracejadas.
- ARENITOS INTERTRÁPICOS**
- ARENITOS INTERTRÁPICOS: Arenitos intertrápicos, representados por linhas tracejadas.
- ARGILITOS**
- ARGILITOS: Argilitos, representados por linhas tracejadas.
- CONTOURAMENTO DA SERRA GERAL**
- CONTOURAMENTO DA SERRA GERAL: Contorno da formação geológica, representado por linhas tracejadas.
- CONTOURAMENTO DA SERRA GERAL**
- CONTOURAMENTO DA SERRA GERAL: Contorno da formação geológica, representado por linhas tracejadas.
- CONTOURAMENTO DA SERRA GERAL**
- CONTOURAMENTO DA SERRA GERAL: Contorno da formação geológica, representado por linhas tracejadas.

ESCALA 1:100.000



Formação geológica

ENCUADRAMENTO DA SERRA GERAL

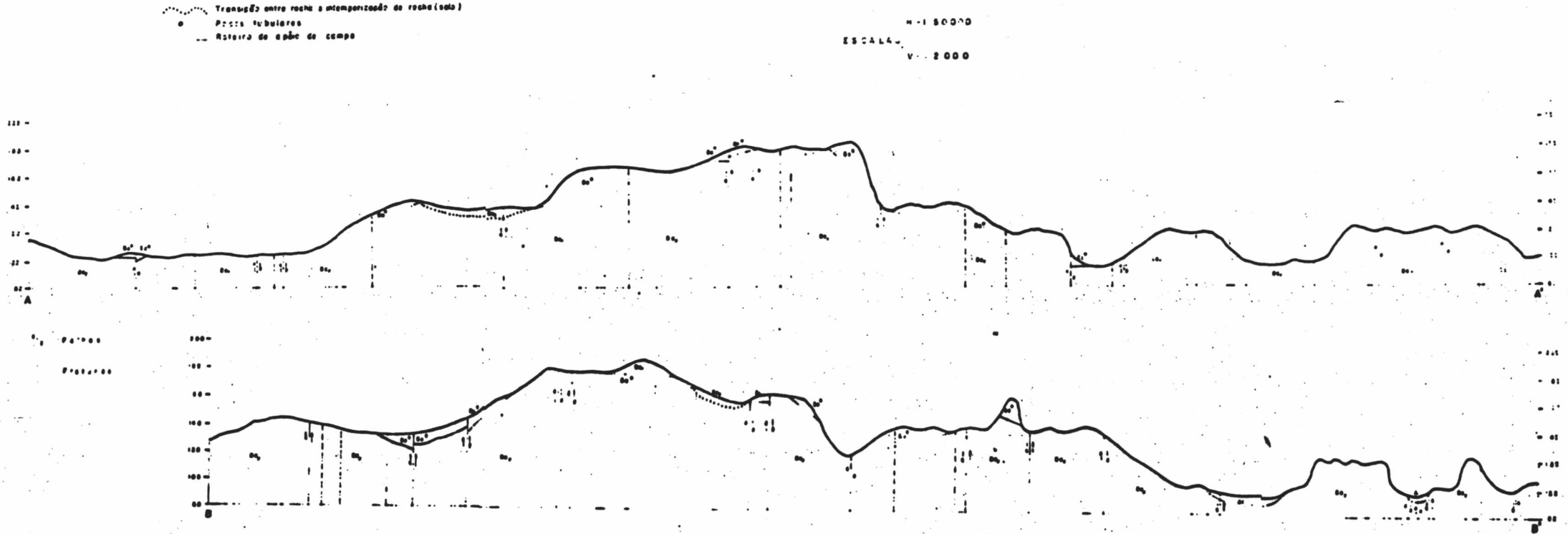


O.S.4	PROJETO SUDOESTE 1
SUDESUL	ALEGRETE
DEPARTAMENTO DE MINAS E METALURGIA	DEPARTAMENTO DE MINAS E METALURGIA
INSTITUTO DE GEOLOGIA	INSTITUTO DE GEOLOGIA
COORDENADOR	COORDENADOR
ELABORADOR	ELABORADOR
REVISOR	REVISOR
APROVADOR	APROVADOR

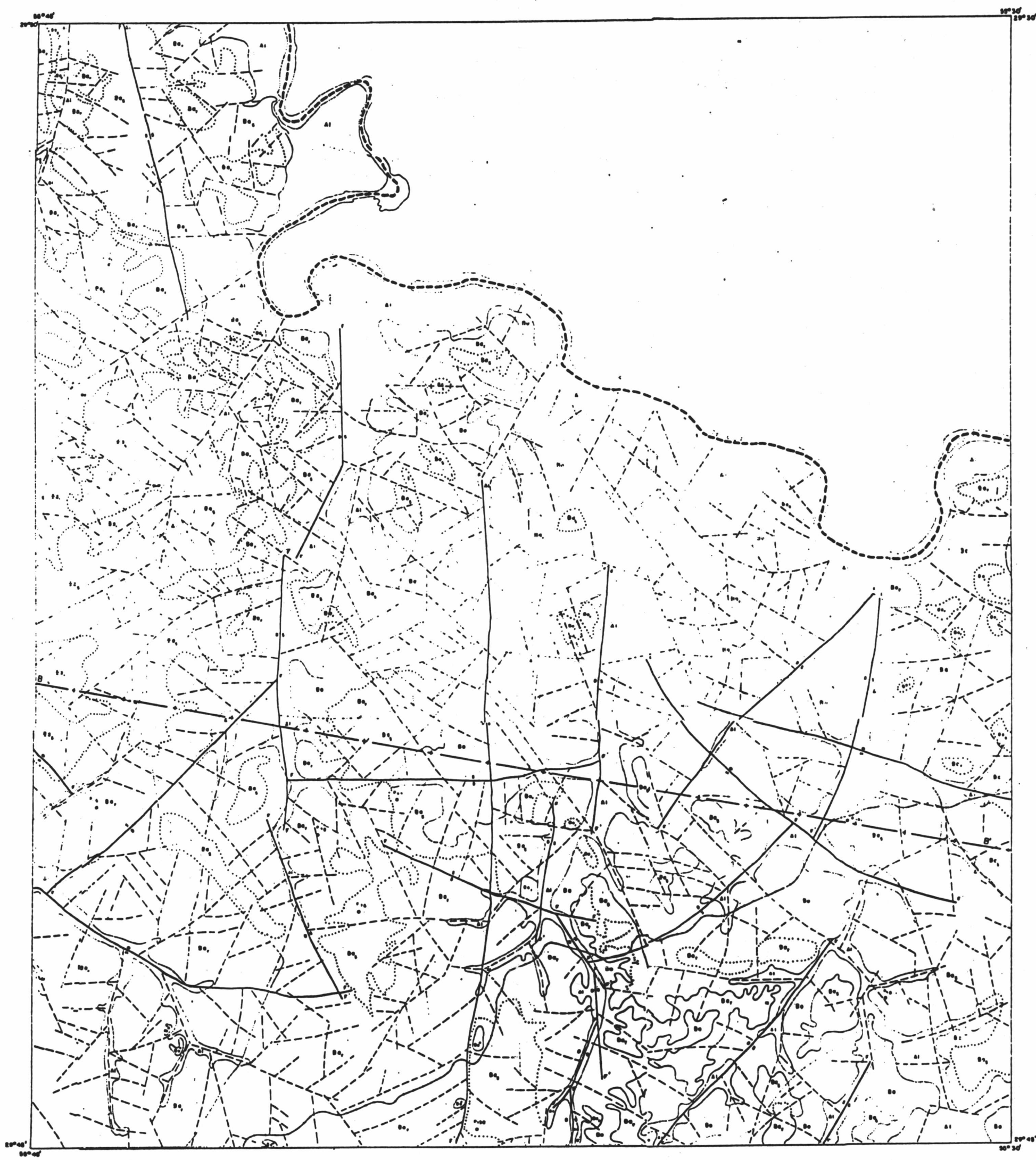
04217

PERFIL GEOLOGICO

ESCALA 1:5000



ANEXO 6

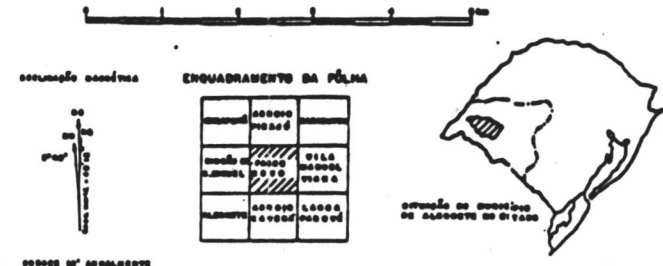


LEGENDA

ESCALA 1:100.000

AI - DEPÓSITOS ATUAIS E SUBUAIS
CARACTERIZAÇÃO: Aluviões atuais e subaúis de origem fluvial, marinha ou glacial. São constituídos por areia, silte e argila.
COMPORTAMENTO GEOTÉCNICO: Comportamento de material inconsolidado.
HIDROGEOLOGIA: São constituídos por areia, silte e argila.
AGROGEOLOGIA: São constituídos por areia, silte e argila.
FORMAÇÃO SERRA GERAL
CARACTERIZAÇÃO: Rocha metamórfica de grau médio.
COMPORTAMENTO GEOTÉCNICO: Rocha metamórfica de grau médio.
ROCHA DA FORMAÇÃO SERRA GERAL
CARACTERIZAÇÃO: Rocha metamórfica de grau médio.
COMPORTAMENTO GEOTÉCNICO: Rocha metamórfica de grau médio.
ROCHA DA FORMAÇÃO SERRA GERAL
CARACTERIZAÇÃO: Rocha metamórfica de grau médio.
COMPORTAMENTO GEOTÉCNICO: Rocha metamórfica de grau médio.

ARENITOS INTERMEDIÁRIOS
CARACTERIZAÇÃO: Arenitos de origem fluvial, marinha ou glacial.
COMPORTAMENTO GEOTÉCNICO: Comportamento de material inconsolidado.
HIDROGEOLOGIA: São constituídos por areia, silte e argila.
AGROGEOLOGIA: São constituídos por areia, silte e argila.
FORMAÇÃO BOTUCATU
CARACTERIZAÇÃO: Rocha metamórfica de grau médio.
COMPORTAMENTO GEOTÉCNICO: Rocha metamórfica de grau médio.
FORMAÇÃO BOTUCATU INTERMEDIÁRIA
CARACTERIZAÇÃO: Rocha metamórfica de grau médio.
COMPORTAMENTO GEOTÉCNICO: Rocha metamórfica de grau médio.
ROCHA ARENÍTICA
CARACTERIZAÇÃO: Rocha metamórfica de grau médio.
COMPORTAMENTO GEOTÉCNICO: Rocha metamórfica de grau médio.
ARENITO PRÁVEL
CARACTERIZAÇÃO: Rocha metamórfica de grau médio.
COMPORTAMENTO GEOTÉCNICO: Rocha metamórfica de grau médio.



OS.4	PROJETO SUDOESTE 1
SUDESUL	PASSO NOVO
YANAL	(RIO GRANDE DO SUL)
BRASIL	MAPA GEOLÓGICO
1:100.000	(FOLHA 100.000)
1975	1975
1975	1975

001206

PERFIL GEOLÓGICO

ESCALAS
H = 1:50.000
V = 1:2.000

